

# 高性能矢量变频器 应用实战

杨 扬 主 编

张伯龙 孙玉倩 曹振华 等编写



## 实战加经验

- ▶ 率先揭秘高性能矢量变频器的安装和调试
- ▶ 详细讲解高性能矢量变频器的使用与保养
- ▶ 缜密推演高性能矢量变频器的故障检修



PLC 与变频器丛书

# 高性能矢量变频器应用实战

杨 扬 主编

张伯龙 孙玉倩 曹振华 等编写

電子工業出版社·

**Publishing House of Electronics Industry**

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书以国内应用比较普遍的主流高性能矢量变频器欧姆龙 3G3RV-ZV1 变频器、艾默生 TD1000 系列通用变频器、安邦信 AMB-G9/P9 系列新一代 SPWM 变频器、中源动力多功能高性能矢量型变频器 ZY-A900 系列为例,详细介绍了高性能通用矢量变频器的原理、使用、安装调试、参数设定、维护与检查、故障诊断、维修经验等内容。

本书适合高职院校的电气自动化、机电一体化、应用电子技术等相关专业作为教材和实践指导书,也适合广大中高级电工人员、自动化工程技术人员作为技术参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有,侵权必究。

## 图书在版编目(CIP)数据

高性能矢量变频器应用实战/杨扬主编;张伯龙等编写.——北京:电子工业出版社,2014.1  
(PLC与变频器丛书)

ISBN 978-7-121-22250-4

I. ①高… II. ①杨… ②张… III. ①变频器-基本知识 IV. ①TN773

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 315380 号

责任编辑:杨 博

印 刷:三河市鑫金马印装有限公司

装 订:三河市鑫金马印装有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:15.25 字数:390 千字

印 次:2014 年 1 月第 1 次印刷

印 数:3 000 册 定价:45.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

# 前 言

在国家“十一五”和“十二五”规划提出的节能降耗的目标和背景下，国务院提出以落实节能技术的应用作为经济可持续发展的重要目标，而变频节能技术以其卓越的性能在各个领域得到了广泛的应用，这使懂变频器技术的人员备受各个行业的青睐。

变频器是利用电力电子器件把工频电转换成各种频率的交流电以实现电动机变速运行的设备。当今的变频运动控制系统总的发展趋势是驱动的交流化，功率变换器的高频化，控制的数字化、智能化和网络化。因此随着现代电力电子技术与控制理论的发展，高性能矢量变频器开始广泛应用于冶金、铸造、化工、纺织、电力等行业，并且在生产生活中发挥着越来越大的作用。

本书以国内应用比较普遍的主流高性能矢量变频器欧姆龙 3G3RV-ZV1 变频器、艾默生 TD1000 系列通用变频器、安邦信 AMB-G9/P9 系列新一代 SPWM 变频器、中源动力多功能高性能矢量型变频器 ZY-A900 系列为例，详细介绍了高性能矢量变频器的原理、使用、安装调试、参数设定、维护与检查、故障诊断、维修经验等内容。

本书提供了高性能矢量变频器的大量应用实例，对高性能矢量变频器的知识进行了深入浅出、图文表并茂的介绍，并且按照多次重复的增强记忆的方式对几种变频器的实际操作进行了介绍。本书既适合高职院校的电气自动化、机电一体化、应用电子技术等相关专业的学生作为教材和实际应用指导书使用，也适合广大中、高级电工和自动化工程技术人员阅读，也可以作为工业企业相关技术人员的实用技术参考书。

本书由杨扬主编，张伯龙、曹祥、曹振华、沈子雄、孙玉倩等人参与编写。其中第 1 章、第 3 章、第 5 章由杨扬编写，第 2、4 章由沈子雄编写，张伯龙、曹祥、曹振华、孙玉倩、周新、张亮、王贺、孙险峰、张金斤、赵宝全、刘克生、吴文涛、张明霞、卢斌等共同编写了其他章节。





# 目 录

第 1 章 三相异步电动机及其调速的基础知识 .....	1
1.1 三相异步电动机的外形和结构介绍 .....	1
1.1.1 三相异步电动机的外形 .....	1
1.1.2 三相异步电动机的主要构成部件 .....	1
1.2 三相异步电动机的工作原理 .....	3
1.2.1 旋转磁场的产生 .....	3
1.2.2 三相异步电动机的工作原理 .....	5
1.3 三相异步电动机调速的基本途径 .....	5
1.3.1 变极调速 .....	5
1.3.2 变频调速 .....	6
1.3.3 变频装置的简单介绍 .....	7
1.4 PWM (脉宽调制) 变频器电路的简单介绍 .....	10
1.4.1 PWM 变频器主电路和 SPWM 方式控制电路 .....	10
1.4.2 SPWM 控制模块 HEF4752 电路介绍 .....	12
第 2 章 VVVF 矢量控制变频器的原理 .....	14
2.1 VVVF 矢量控制变频器的主电路原理 .....	14
2.1.1 VVVF 变频器的组成 .....	14
2.1.2 VVVF 变频器各部分的作用 .....	14
2.2 VVVF 矢量控制变频器的控制电路原理 .....	18
2.2.1 变频器的电源电路 .....	18
2.2.2 变频器驱动板电路 .....	20
2.2.3 变频器控制板 (CPU 板) 电路 .....	27
2.2.4 变频器主控板上的通信电路 .....	31
2.2.5 变频器的温度检测电路的原理 .....	31
2.2.6 变频器上其他元器件的作用 .....	32
2.3 变频器使用电子元器件进行识别和测量 .....	34

2.3.1	二极管知识介绍	34
2.3.2	三极管知识介绍	37
2.3.3	三端稳压器的介绍	41
2.3.4	电阻和电容知识介绍	42
2.3.5	液晶、热电偶传感器、继电器知识介绍	45
2.3.6	电感器、变压器、压敏电阻、接插件	46
2.3.7	绝缘栅双极型晶体管 (IGBT)	48
2.3.8	集成电路 IC 知识介绍	50
<b>第 3 章</b>	<b>高性能通用矢量变频器的安装实战</b>	<b>52</b>
3.1	主流高性能通用矢量变频器的铭牌和外观介绍	52
3.1.1	高性能通用矢量变频器的用途	52
3.1.2	常见主流高性能通用矢量变频器铭牌介绍	52
3.1.3	几种常见主流矢量变频器的外观介绍	54
3.2	高性能通用矢量变频器的安装实例	56
3.2.1	通用变频器的安装环境要求及注意事项	56
3.2.2	通用矢量变频器的安装实例	57
<b>第 4 章</b>	<b>高性能通用矢量变频器的接线实战详解</b>	<b>61</b>
4.1	欧姆龙 3G3RV-ZV1 变频器	61
4.1.1	欧姆龙 3G3RV-ZV1 变频器的接线	61
4.1.2	欧姆龙 3G3RV-ZV1 变频器控制回路端子的排列	63
4.1.3	欧姆龙 3G3RV-ZV1 变频器主回路端子	64
4.1.4	欧姆龙 3G3RV-ZV1 变频器控制回路端子的接线	73
4.1.5	欧姆龙 3G3RV-ZV1 变频器的接线检查	79
4.1.6	欧姆龙 3G3RV-ZV1 变频器选购卡的安装与接线	79
4.2	安邦信 AMB-G9 矢量变频器	85
4.2.1	安邦信 AMB-G9 端子排的排列	85
4.2.2	安邦信 AMB-G9 各回路端子的功能	86
4.2.3	安邦信 AMB-G9 标准接线	87
4.3	艾默生 TD1000 系列矢量变频器	88
4.3.1	艾默生 TD1000 主回路输入/输出端子介绍	88
4.3.2	艾默生 TD1000 控制板端子介绍	89

---

4.3.3	艾默生 TD1000 的基本配线知识 .....	90
4.4	中源通用矢量变频器 .....	90
4.4.1	中源矢量变频器主回路端子接线 .....	90
4.4.2	中源矢量变频器控制回路接线 .....	91
4.4.3	中源矢量变频器总体接线介绍 .....	92
<b>第 5 章</b>	<b>高性能通用矢量变频器的数字式操作器与操作模式实战 .....</b>	<b>94</b>
5.1	欧姆龙 3G3RV 变频器数字式操作器 .....	94
5.1.1	欧姆龙 3G3RV 变频器数字式操作器的显示部分介绍 .....	94
5.1.2	欧姆龙 3G3RV 变频器数字式操作器的操作部分介绍 .....	94
5.2	欧姆龙 3G3RV 变频器数字式操作器的操作模式 .....	96
5.2.1	欧姆龙 3G3RV 变频器数字式操作器模式的种类 .....	96
5.2.2	欧姆龙 3G3RV 变频器数字式操作器模式的切换 .....	97
5.3	安邦信 AMB-G9 矢量变频器的键盘与操作模式 .....	104
5.3.1	安邦信 AMB-G9 变频器键盘的功能与操作 .....	104
5.3.2	安邦信 AMB-G9 变频器运行模式的选择 .....	105
5.4	艾默生 TD1000 矢量变频器 .....	105
5.4.1	艾默生 TD1000 变频器的操作面板说明 .....	105
5.4.2	艾默生 TD1000 变频器的操作方法介绍 .....	106
5.5	中源矢量变频器控制面板和参数设置方法 .....	107
5.5.1	中源矢量变频器控制面板 .....	107
5.5.2	中源矢量变频器的参数设置 .....	108
<b>第 6 章</b>	<b>通用矢量变频器的试运行 .....</b>	<b>109</b>
6.1	高性能矢量变频器试运行时参数的设定和调整 .....	109
6.1.1	变频器试运行前的准备内容 .....	109
6.1.2	矢量变频器基本参数的设定 .....	110
6.1.3	根据矢量变频器控制模式进行的设定知识 .....	112
6.1.4	矢量变频器的自学习功能 .....	113
6.2	高性能矢量变频器的运行和参数的确认及保存 .....	118
6.3	安邦信 G9 高性能矢量变频器的试运行 .....	121
6.3.1	键盘的试运行 .....	121
6.3.2	外部端子信号的测试运行 .....	123

6.4	艾默生高性能矢量变频器 TD1000 的试运行 .....	123
6.5	中源高性能矢量变频器的试运行 .....	126
<b>第 7 章</b>	<b>高性能矢量变频器按功能设定参数 .....</b>	<b>133</b>
7.1	欧姆龙 3G3RV 变频器的基本功能参数设定 .....	133
7.1.1	欧姆龙 3G3RV 变频器结合用途选择过载 .....	133
7.1.2	欧姆龙 3G3RV 变频器频率指令参数设定 .....	133
7.1.3	欧姆龙 3G3RV 变频器运行指令参数的设定 .....	138
7.1.4	欧姆龙 3G3RV 变频器停止方法的参数设定 .....	138
7.1.5	欧姆龙 3G3RV 变频器加减速参数设定 .....	140
7.2	欧姆龙 3G3RV 高性能矢量变频器的保护功能 .....	142
7.2.1	欧姆龙 3G3RV 变频器的机械保护功能 .....	142
7.2.2	欧姆龙 3G3RV 变频器的保护功能 .....	144
7.3	高性能矢量变频器的辅助功能 .....	145
7.3.1	欧姆龙 3G3RV 变频器的输入端子功能 .....	145
7.3.2	欧姆龙 3G3RV 变频器的输出端子功能 .....	149
7.3.3	欧姆龙 3G3RV 变频器的监视功能 .....	151
7.4	高性能矢量变频器的个别功能 .....	155
7.4.1	欧姆龙 3G3RV 变频器与 PLC 的通信功能 .....	155
7.4.2	欧姆龙 3G3RV 高性能矢量变频器的 PID 控制功能 .....	157
7.4.3	欧姆龙 3G3RV 变频器设定电动机参数 .....	159
7.4.4	欧姆龙 3G3RV 矢量变频器 V/F 曲线的设定功能 .....	160
7.4.5	欧姆龙 3G3RV 变频器转矩控制功能 .....	163
7.4.6	欧姆龙 3G3RV 变频器利用速度反馈进行速度控制 .....	167
7.5	高性能矢量变频器安邦信 G9 的部分参数设置 .....	173
7.5.1	安邦信 G9 的基本参数设置 .....	173
7.5.2	安邦信 G9 的保护参数设置 .....	179
7.5.3	安邦信 G9 的外部端子和检测功能设置 .....	182
7.6	艾默生 TD1000 矢量变频器部分参数设置 .....	186
7.6.1	艾默生 TD1000 的基本运行功能参数 .....	186
7.6.2	艾默生 TD1000 的辅助功能参数 .....	189
7.6.3	艾默生 TD1000 的闭环控制功能 .....	190
7.6.4	艾默生 TD1000 的电动机特性参数 .....	191

---

7.7 中源矢量变频器部分参数的设置 .....	191
7.7.1 中源矢量变频器的基本参数设置 .....	191
7.7.2 中源矢量变频器辅助功能的参数设置 .....	197
<b>第8章 高性能矢量变频器的保护、故障诊断及维护保养</b> .....	<b>202</b>
8.1 矢量变频器的操作错误 .....	202
8.1.1 矢量变频器参数设定选择错误 .....	202
8.1.2 矢量变频器自学习中发生的故障 .....	203
8.1.3 矢量变频器警告检出故障 .....	204
8.1.4 矢量变频器的故障检出 .....	206
8.1.5 欧姆龙 3G3RV-ZV1 变频器的故障分析 .....	212
8.2 其他常见主流变频器的故障诊断和处理措施 .....	215
8.2.1 安邦信 AMB-G9/P9 的故障异常诊断和处理措施 .....	215
8.2.2 艾默生 TD-1000 的故障诊断和解决方法 .....	217
8.2.3 中源矢量变频器 ZY-A900 的故障诊断和解决方法 .....	218
8.3 变频器故障维修实例方法 .....	219
8.4 变频器日常保养及维护 .....	222
8.4.1 变频器的日常维护 .....	222
8.4.2 变频器定期检查保养 .....	222
8.4.3 变频器的储存与保管知识 .....	224
8.5 变频器在维修中的实战经验 .....	224
8.5.1 变频器模块损坏故障 .....	224
8.5.2 变频器检修测量方法举例 .....	225
8.5.3 变频器安装造成的故障维修经验 .....	227
8.5.4 变频器设置经验 .....	228
8.5.5 变频器其他故障的维修经验 .....	229



# 第 1 章 三相异步电动机及其调速的基础知识

## 1.1 三相异步电动机的外形和结构介绍

### 1.1.1 三相异步电动机的外形

三相异步电动机的外形和结构如图 1-1 所示。

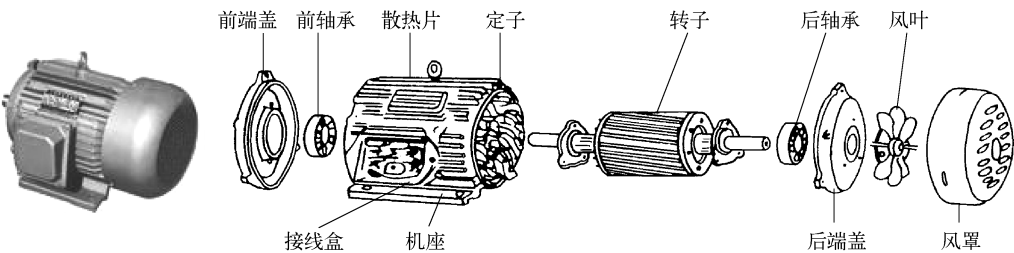


图 1-1 三相异步电动机的外形和结构

三相异步电动机需要三相电源供电，它的基本结构由定子和转子两大部分，以及机座、端盖、轴承、风叶等部件构成。

### 1.1.2 三相异步电动机的主要构成部件

#### 1. 定子

定子是异步电动机固定不动的部分，由定子铁心、定子绕组和机座组成，如图 1-2 所示。

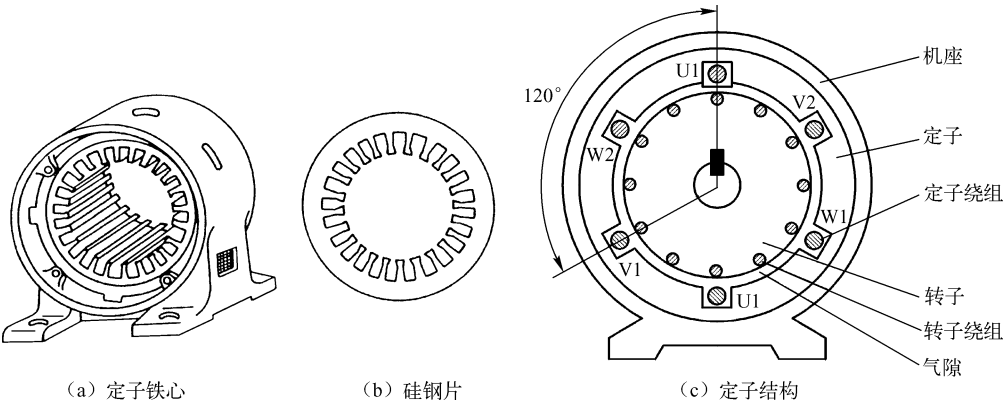


图 1-2 三相异步电动机定子结构

定子铁心是三相异步电动机的磁路部分。它由彼此绝缘的硅钢片叠成，目的是减小铁损。硅钢片内圆冲有均匀分布的槽口用来嵌放线圈。整个铁心被固定在铸铁机座内。

定子绕组是三相异步电动机的电路部分。它们由三相对称绕组组成，在空间上依次嵌放

在线槽内，彼此相差  $120^\circ$ 。绕组与铁心之间衬有绝缘纸，使它们之间有良好的绝缘保护。

定子三相绕组由绝缘铜线或铝线绕制而成，嵌在定子铁心的内部。可以将三相绕组接成星形（Y）或三角形（ $\Delta$ ），如图 1-3 所示，使电动机适合在两种不同的电压下工作。

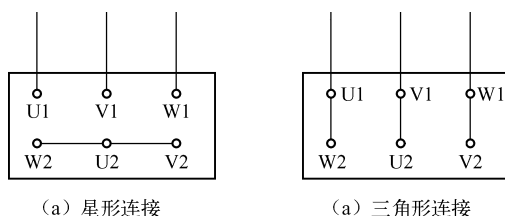


图 1-3 定子三相绕组连接方式

机座用于支撑定子铁心和固定端盖，并且起保护和散热作用。

## 2. 转子

转子是电动机的旋转部件，由转子铁心和转子绕组等构成。

转子铁心由外圆冲有均匀槽口且彼此绝缘的硅钢片叠压而成。

转子绕组有笼型转子绕组和绕线转子绕组两种形式。笼型转子绕组铸于铁心槽内，材质为铝质或铜质的短路绕组，两端铸有端环。整个转子套在转轴上形成紧配合，被支承在端盖中央的轴承中，如图 1-4 所示。

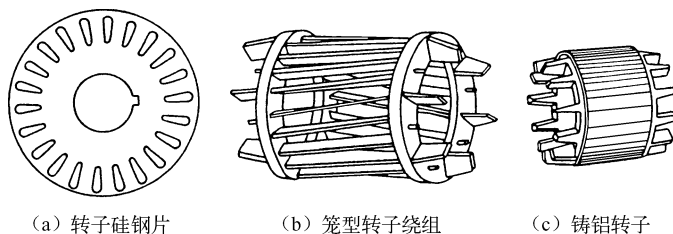


图 1-4 转子绕组

绕线转子绕组用铜或铝导线制成，它和定子绕组相似，在转子铁心槽内嵌放对称的三相绕组，三个出线端通过电动机转轴上的铜环与电刷引至电动机的外壳，可以和外部的变阻器相接，串入电阻器后可改变电动机的机械特性，如图 1-5 所示。

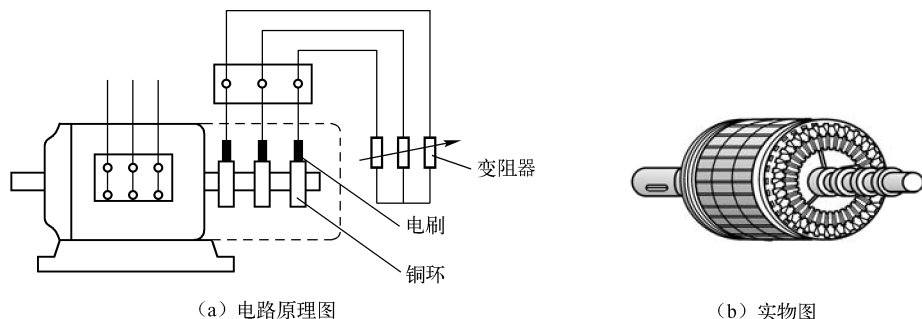


图 1-5 绕线转子绕组

鼠笼式转子和绕线式转子只是在构造上有一些区别，它们的工作原理是相同的。

## 1.2 三相异步电动机的工作原理

### 1.2.1 旋转磁场的产生

三相异步电动机的旋转是依靠旋转磁场的作用产生的。那么，旋转磁场是怎样产生的呢？

在一个模型异步电动机定子内圆上，均匀地开了6个槽，安放三相绕组，每相绕组由一个线圈组成，3个线圈在空间彼此相隔 $120^\circ$ ，三相绕组作星形连接。把三相交流电源接入三相绕组的A、B、C端，如图1-6所示。定子绕组中便通过三相对称的电流 $i_A$ 、 $i_B$ 、 $i_C$ ，其波形如图1-7所示。

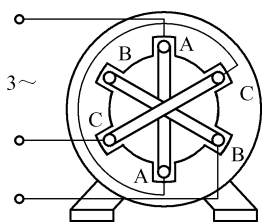


图 1-6 模型异步电动机定子

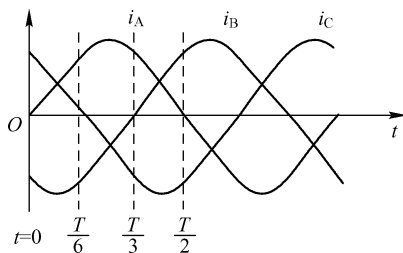


图 1-7 三相定子电流波形图

假定三相交流电的正方向从绕组始端流入（用符号 $\otimes$ 表示），末端流出（用符号 $\odot$ 表示），下面从几个不同时刻来分析三相交流电流流入定子绕组产生的合成磁场方向。

当 $t=0$ 时， $i_A=0$ ，A相绕组内没有电流； $i_B$ 是负值，B相绕组电流由Y端流入，B端流出； $i_C$ 为正值，C相绕组的电流由C端流入，Z端流出。用右手螺旋定则可确定合成磁场方向，如图1-8（a）所示。

当 $t=\frac{T}{6}$ 时， $i_C=0$ ， $i_A$ 是正值，电流由A端流入，X端流出； $i_B$ 是负值，电流由Y端流入，B端流出，此时合成磁场方向如图1-8（b）所示。从图中可见合成磁场的方向在空间按顺时针旋转了 $60^\circ$ 。 $t=\frac{T}{3}$ 时， $i_B=0$ ， $i_C$ 是负值， $i_A$ 是正值，合成磁场方向如图1-8（c）

所示，其方向又按顺时针旋转了 $60^\circ$ 。同理， $t=\frac{T}{2}$ 时，合成磁场方向如图1-8（d）所示。

随着定子绕组中三相电流的不断变化，它所产生的合成磁场也在空间不断地旋转，因此三相交流电通入定子绕组能够产生旋转磁场。

从上述分析还可以得出：（1）磁场是个两极磁场；（2）旋转磁场的转向与通入线圈中的三相电流的相序A→B→C是一致的。若要改变旋转磁场的转向，只需把通入定子绕组的电流相序改变，即交换任意两根电源线进线即可。

上面的例子表明，在定子中安排一组A、B、C线圈能产生两极旋转磁场。如果对称地安排两组A、B、C线圈即可获得四极旋转磁场，安排不同组数A、B、C线圈可相应获

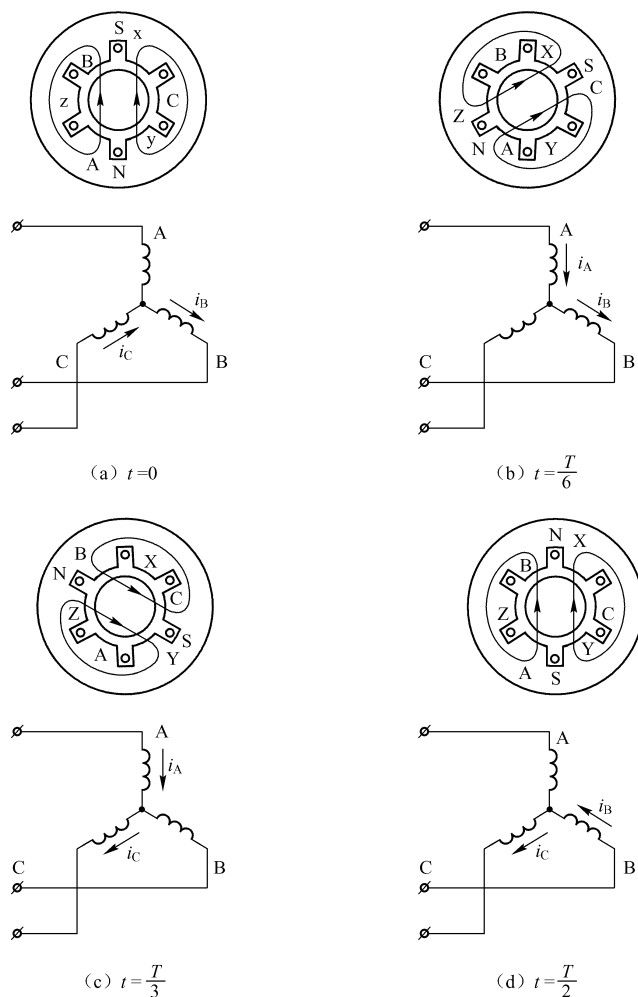


图 1-8 两极旋转磁场

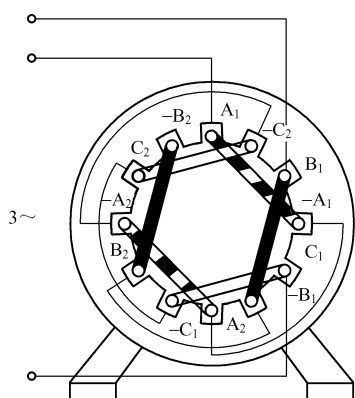


图 1-9 四极绕组的布置示意图

得 6、8、10、12 极旋转磁场。图 1-9 所示是四极绕组的布置示意图。用相同的分析方法可以发现，当通入三相交流电后，产生一个四极旋转磁场，与二极磁场不同的是当电流变化一周时，磁场转了半周，其转速为：

$$n_1 = f \text{ 周/s} \times \frac{1}{2} \text{ 转/周} = \frac{1}{2} f \text{ 转/s, 或 } n_1 = \frac{60 f_1}{2} \text{ 转/min}$$

如果旋转磁场具有  $P$  对磁极，电流变化一周，则旋转磁场就在空间转过  $1/P$  转。如果定子绕组的电流频率为  $f_1$  则旋转磁场每分钟的转速  $n_1$ ：

$$n_1 = \frac{60 f_1}{P}$$

利用上式可求出在工频 50Hz 时不同极数旋转磁场的转速，如表 1-1 所示。

表 1-1 50Hz 时不同极数旋转磁场转速

极数 $2P$	2	4	6	8	10	12
旋转磁场转速 $n_1$ (转/min)	3000	1500	1000	750	600	500

### 1.2.2 三相异步电动机的工作原理

电动机在未接通电源前, 转子是静止不动的。当电动机的定子绕组接通三相电源后, 在定子内的空气隙中便产生了旋转磁场。假定旋转磁场按顺时针方向旋转, 则转子与旋转磁场间就有相对运动, 使得转子导线产生感应电动势。由于磁场按顺时针方向旋转, 相当于磁场不动, 转子导线以逆时针方向运动切割磁力线, 按照右手定则可以确定转子上半部导线的感应电动势方向是出来的 ( $\odot$ ), 下半部导线的感应电动势方向是进去的 ( $\otimes$ )。由于转子绕组是闭合的, 因此在感应电动势作用下转子导线内有感应电流通过, 称为转子电流。转子电流在旋转磁场中受力, 其方向由左手定则决定。这些电磁力对转轴形成一个转矩, 称为电磁转矩, 其作用方向与旋转磁场方向一致, 因此转子就顺着旋转磁场的方向转动起来, 如图 1-10 所示。

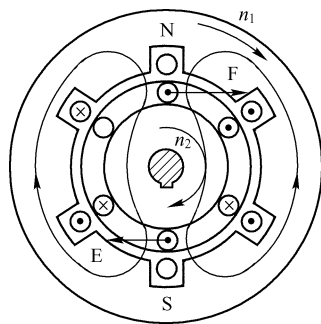


图 1-10 异步电动机的工作原理示意图

转子的转速  $n_2$  总是低于旋转磁场的同步转速  $n_1$ 。如果  $n_2 = n_1$ , 转子导线与旋转磁场之间就不存在相对运动, 转子导线也就不切割磁力线, 因而也就没有感生电流, 不产生电磁转矩, 电动机也就不旋转了。由此可见, 转子总是紧跟着旋转磁场以小于同步转速  $n_1$  的转速而旋转。所以, 我们把这类交流电动机称为异步电动机。

## 1.3 三相异步电动机调速的基本途径

在工业生产中为了获得最高的生产率和保证产品加工质量, 常要求生产机械能在不同的转速下进行工作。如果采用电气调速, 就可大大简化机械变速机构。

由异步电动机的转速表达式:

$$n = n_1 (1-s) = \frac{60f_1}{p} (1-s)$$

可知, 要调节异步电动机的转速, 可采用改变电源频率  $f_1$ 、极对数  $p$  及转差率  $s$  等 3 种方法来实现。

### 1.3.1 变极调速

在电源频率恒定的条件下, 改变定子绕组形成的磁场极对数  $p$ , 就可以改变同步转速  $n_1$  和相应的转子转速  $n$ , 这种方法称为变极调速。此法只适用于笼型电动机, 因为笼型转子绕组的极对数是感应产生的, 随定子磁场极对数改变而自动改变, 使两磁场极对数保持一致, 从而形成有效的平均电磁转矩。

交流电动机定子绕组磁动势的极对数取决于绕组中电流的方向, 因此改变绕组接线使

绕组内电流方向改变, 就能够改变极对数  $p$ 。常用的单绕组变极电动机, 其定子上只有一组三相绕组。它就是利用改变绕组连接方式来达到改变极对数  $p$  的目的。图 1-11 (b) 所示的绕组连接方式可获得图 1-11 (a) 所示的  $p=4$  的极对数; 若改变成图 1-12 (b) 所示的连接方式, 使半数绕组中的电流方向改变, 则得到图 1-12 (a) 图所示的  $p=2$  的极对数。

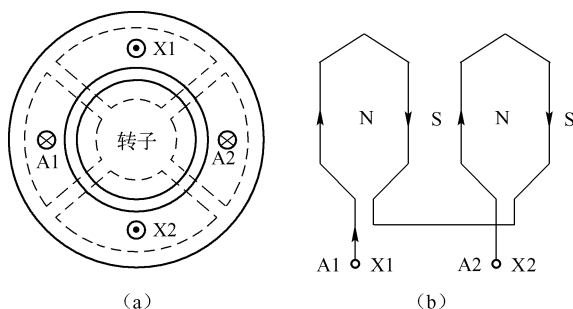


图 1-11  $p=4$  的绕组和极数

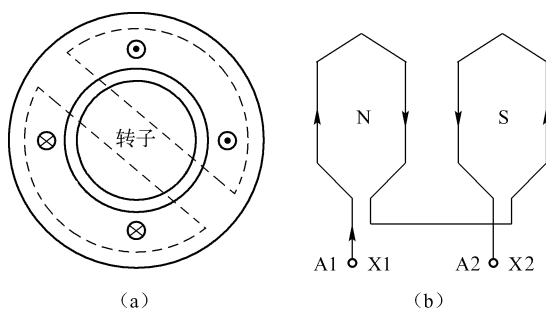


图 1-12  $p=2$  的绕组和极数

单绕组变极可以使定子绕组磁动势极对数成倍数关系改变, 从而获得倍极比 (如 2/4 极、4/8 极) 的双速电动机。也可以获得非倍极比 (如 4/6 极、6/8 极) 的双速电动机和极数比为 2/4/8 和 4/6/8 的三速电动机。

### 1.3.2 变频调速

根据转速公式可知, 当转差率  $s$  变化不大时, 异步电动机的转速  $n$  基本上与电源频率  $f_1$  成正比。连续调节电源频率, 就可以平滑地改变电动机的转速。但是, 单一地调节电源频率, 将导致电动机运行性能的恶化, 其原因可分析如下:

电动机正常运行时, 定子漏阻抗压降很小, 可以认为  $U_1 \approx E_1 = 4.44 f_1 N_1 k_{w1} \Phi_0$ 。

若端电压  $U_1$  不变, 则当频率  $f_1$  减小时, 主磁通  $\Phi_0$  将增加, 这将导致磁路过分饱和, 励磁电流增大, 功率因数降低, 铁心损耗增大; 而当  $f_1$  增大时,  $\Phi_0$  将减小, 电磁转矩及最大转矩下降, 过载能力降低, 电动机的容量也得不到充分利用。因此, 为了使电动机能保持较好的运行性能, 要求在调节  $f_1$  的同时, 改变定子电压  $U_1$ , 以维持  $\Phi_0$  不变, 或者保持电动机的过载能力不变。 $U_1$  随  $f_1$  按什么样的规律变化最为合适呢? 一般认为, 在任何类型负载下变频调速时, 若能保持电动机的过载能力不变, 则电动机的运行性能较为理想。



随着电力电子技术的发展,已出现了各种性能良好、工作可靠的变频调速电源装置,这将促进变频调速的广泛应用。额定频率称为基频。调频时可以从基频向下调,也可从基频向上调。

### 1. 从基频向下调的变频调速,保持 $U_1/f_1 = \text{恒值}$ ,即恒转矩调速

如果频率下调,而端电压  $U_1$  为额定值,则随着  $f_1$  下降,气隙每极磁通  $\Phi_0$  增加,使电动机磁路进入饱和状态。过饱和时,会使激磁电流迅速增大,进而使电动机运行性能变差。因此,变频调速应设法保证  $\Phi_0$  不变。若保持  $U_1/f_1 = \text{恒值}$ ,电动机最大电磁转矩  $T_m$  在基频附近可视为恒值,在频率更低时,随着频率  $f_1$  下调,最大转矩  $T_m$  将变小。其机械特性如图 1-13 所示,可见它是一种近似于恒转矩调速的类型。

### 2. 从基频向上调的变频调速

电动机端电压是不允许升高的,因此升高频率  $f_1$  向上调节电动机转速时,其端电压仍应保持不变。这样,  $f_1$  增加,则磁通  $\Phi_0$  降低,属减弱磁场调速类型,其机械特性如图 1-14 所示,其运行段近似是平行的,这种调速方式,可近似认为是恒功率调速类型。

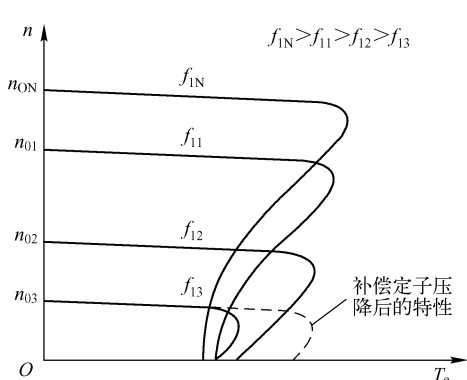


图 1-13 基频向下调速机械特性

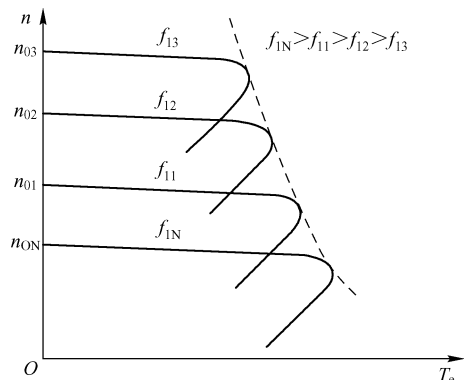
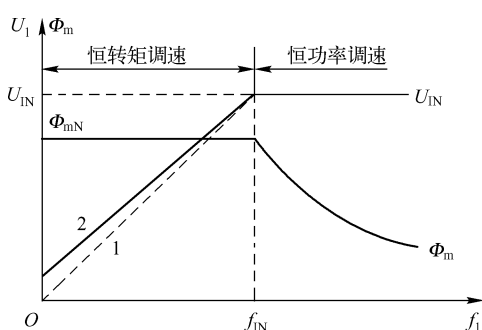


图 1-14 基频向上调速机械特性

把基频向下和向上两种情况结合起来,可以得到图 1-15 所示的异步电动机变频调速控制特性,图中曲线 1 为不带定子电压补偿时的控制特性,曲线 2 为带电压补偿时的控制特性。如果电动机在不同转速下都具有额定电流,则电动机都能在温升允许条件下长期运行,这时转矩基本上随磁通变化而变化,即在基频以下属于恒转矩调速,而在基频以上属于恒功率调速;如果  $f_1$  是连续可调的,则变频调速是无级调速。

### 1.3.3 变频装置的简单介绍

要实现异步电动机的变频调速,必须有能够同时改变供电电源的电压和频率。但是,现有的交流供电电源都是恒压恒频的,所以必须通过变频装置才能获得变压变频电源。变



曲线 1—不带定子电压补偿;

曲线 2—带定子电压补偿

图 1-15 异步电动机变频调速控制特性

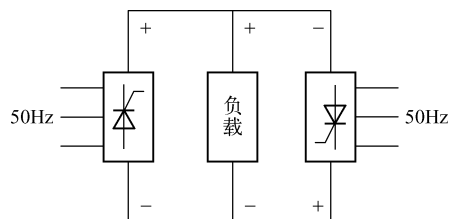
频装置可分为间接变频和直接变频两类。间接变频装置先将工频交流电通过整流器变成直流，然后再经过逆变器将直流变成为可控频率的交流，通常称为交—直—交变频装置。直接变频装置则将工频交流一次变换成可控频率的交流，没有中间直流环节，也称为交—交变频装置。目前应用较多的还是间接变频装置。交—交变频器与交—直—交变频器的特点如表 1-2 所示。

表 1-2 交—交变频器与交—直—交变频器的主要特点

变频器类型 比较内容	交—交变频器	交—直—交变频器
换能方式	一次换能、效率较高	二次换能、效率略低
换相方式	电网电压换相	强迫换相或负载换相
装置器件数量	较多	较少
器件利用率	较低	较高
调频范围	输出最频率为电网频率的 $1/3 \sim 1/2$	频率调节范围宽
电网功率因数	较低	如用可控整流桥调压，则低频低压时功率因数较低，如用斩波器或 PWM 方式调压，则功率因数较高
适用场合	低速大功率拖动	可用于各种拖动装置，稳频稳压电源和不间断电源

### 1. 直接变频装置（交—交变频装置）

直接变频装置的结构如图 1-16 所示，它只用一个变换环节就可以把恒压恒频的交流电源变换成变压变频电源。这种变频装置输出的每一相都是一个两组晶闸管整流装置反并联的可逆线路（图 1-17）。正、反两组按一定周期相互切换，在负载上就获得了交变的输出电压  $u_0$ 。 $u_0$  的幅值决定于各组整流装置的控制角， $u_0$  的频率决定于两组整流装置的切换频率。当整流器的控制角和这两组整流装置的切换频率不断变化时，即可得到变压变频的交流电源。



### 2. 间接变频装置（交—直—交变频装置）

间接变频装置按照不同的控制方式，可分为图 1-18 中的（a）、（b）、（c）三种。

图 1-18（a）是可控整流器变压，用逆变器变频的交—直—交变频装置。调压和调频分别在两个环节上进行，两者要在控制电路上协调配合。这种装置结构简单、控制方便，

但是，由于输入环节采用可控整流器，当电压和频率调得较低时，电网端的功率因数较低；输出环节多用晶闸管组成的三相六拍逆变器（每周换流六次），输出的谐波较大，这是此类变频装置的主要缺点。

图 1-18 (b) 是用不控整流器整流、斩波器变压、逆变器变频的交—直—交变频装置。整流器采用二极管不控整流器，增设斩波器进行脉宽调压。这样虽然多了一个环节，但输入功率因数高，克服了图 1-18 (a) 的第一个缺点。输出逆变环节不变，仍有谐波较大的问题。

图 1-18 (c) 是用不控整流器整流、脉宽调制 (PWM) 逆变器同时变压变频的交—直—交变频装置。用不控整流，则输入端功率因数高；用 PWM 逆变，则谐波可以减少。这样可以克服图 1-18 (a) 装置的两个缺点，因而得到了广泛的应用。我们实际使用的变频器大部分都是 PWM 或 SPWM 变频装置的变频器。

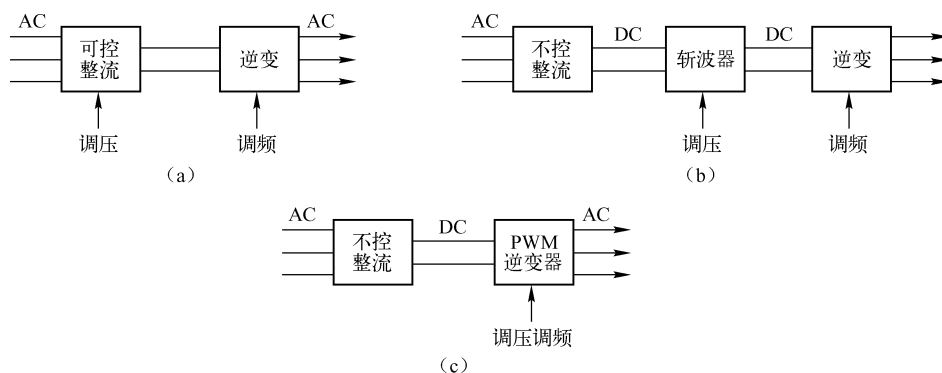


图 1-18 间接变频装置的各种结构型式

### 3. 间接变频装置的分类及特点

交—直—交变频器根据其中间滤波环节是电容性或是电感性，可分为电压型变频器和电流型变频器两种，这两种变频器主要特点如表 1-3 所示。

表 1-3 电压型变频器和电流型变频器的对比

特点名称	电压型变频器	电流型变频器
储能元件	电容器	电抗器
波形的特点	电压波形为矩形波 电流波形近似正弦波	电流波形为矩形波 电压波形式近似正弦波
回路构成上的特点	有反馈二极管 直流电源并联大容量电容（低阻抗电压源） 电动机四象限运转需要再生用变流器	无反馈二极管 直流电源串联大电感（高阻抗电流源） 电动机四象限运转容易
特性上的特点	负载短路时产生过电流； 转矩响应较慢； 输入功率因数高	负载短路时能抑制过电流； 转矩响应快； 输入因数低

#### 4. 电压型与电流型交—直—交变频器

电压型与电流型交—直—交变频器的原理框图如图 1-19 所示。

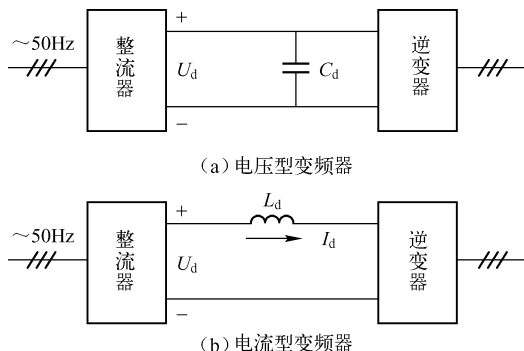


图 1-19 电压型与电流型交—直—交变频器

### 1.4 PWM（脉宽调制）变频器电路的简单介绍

随着现代电子器件和微电子技术的发展，中小容量变频器已广泛采用 PWM 型交—直—交变频器。PWM 变频器的主电路采用不可控二极管整流器和 PWM 型逆变器，可控开关器件较少，由控制电路按一定规律控制逆变器中开关器件的高频率通断，在逆变器的输出端可获得一系列等幅而不等宽的矩形脉冲波，用这种波形来近似等效正弦交流电压波形，就基本解决了阶梯波 PAM 变频器中存在的问题。

#### 1.4.1 PWM 变频器主电路和 SPWM 方式控制电路

##### 1. PWM 型变频器主电路

图 1-20 所示为 PWM 型变频器主电路的示意图，其整流部分为二极管不可控整流桥，整流输出电压经电容滤波后形成恒定幅值的直流电压  $U_d$ 。其 PWM 型逆变器的功率开关器件  $V_1-V_6$  除可用 6 只电力晶体管（GTR）外，还可以选用电力 MOS 场效应晶体管（MOSFET）、绝缘栅双极型晶体管（IGBT）等有自关断能力的电力电子器件，只要按一定规律（脉冲宽度调制规律）控制逆变器的功率开关器件  $V_1-V_6$  的导通和关断，在逆变器的输出端便可获得一系列恒幅调宽的矩形脉冲波形，通过改变矩形脉冲的宽度可以控制逆变器输出交流基波电压的幅值，通过改变调制周期可以控制其输出频率，从而使 VVVF 协调控制在逆变器中同时完成。

由于直流电源是由二极管整流器得到的，所以能量只能由交流电网向逆变器单方向流动，不能向交流电网反馈能量，因此当电动机工作在发电制时，电动机反馈能量将经过回馈二极管  $VD_1-VD_6$  向电容  $C$  充电，使电容上的直流电压升高，为了避免直流电压过高，在逆变器的直流侧接入制动（放电）电阻  $R$  和电力晶体管  $V_7$ 。当直流电压升高到某一限定值时，使  $V_7$  饱和导通接入电阻  $R$ ，将部分反馈能量消耗在电阻上，这样，电动机就可以协同发电回馈制动了。

##### 2. 正弦波脉宽调制（SPWM）方式

PWM 逆变器开关器件的通断控制器，即脉冲宽度调制方式，对其输出具有根本性的

影响, 脉宽调制技术中, 一般以所期望的波作为参考信号, 而受它调制的信号为载波信号, 通常, 把参考信号为正弦波的脉宽调制方式称为正弦波脉宽调制 (SPWM), 而把采用 SPWM 方式的变频器称为 SPWM 变频器, 目前, 用于一般工业领域的通用变频器大多为 SPWM 变频器。

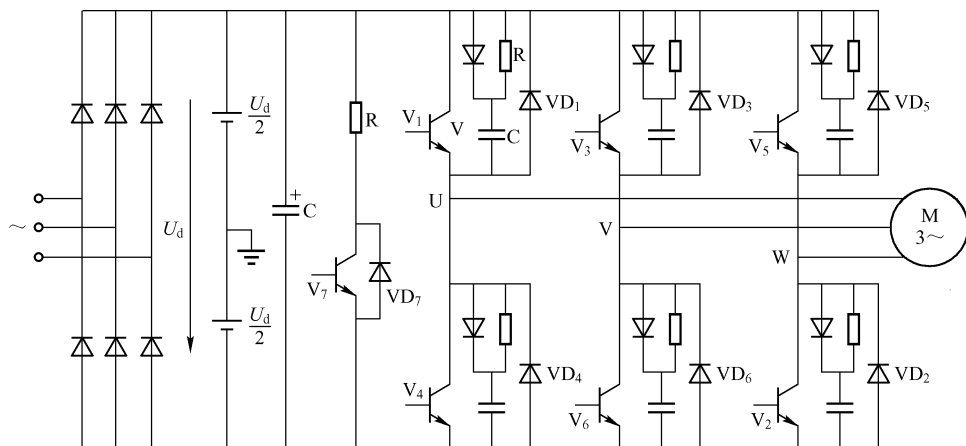


图 1-20 PWM 型变频器主电路

在 SPWM 方式中, 参考信号为正弦波, 而载波信号一般为三角波, 如图 1-21 所示。

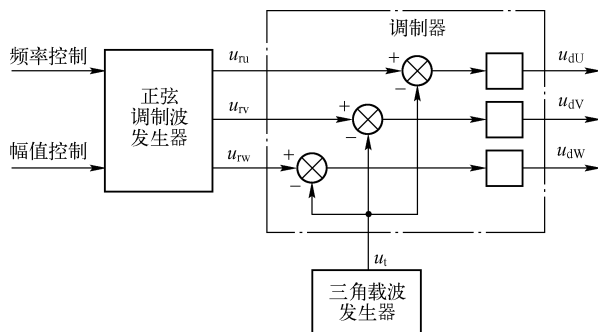


图 1-21 SPWM 方式控制电路框图

脉宽调制的方法从调制脉冲的极性上, 可以分为单极性和双极性两种情况。

(1) 单极性的 SPWM 调制方式。在单极性的 SPWM 调制方式中, 参考信号为单极性三相对称且可变频变幅的正弦波  $u_{dv}$ 、 $u_{iv}$ 、 $u_{iw}$ , 这三个弱电信号彼此差  $120^\circ$  电角度, 共用的载波信号为单极性三角波  $u_t$ 。在逆变器输出的半个周波内, 在倒向信号控制下, 同一相的两个臂上的 GTR 仅有一个可能反复通断, 而另一个始终截止, 例如, 在 U 相的正半周内, 倒向信号为正,  $V_1$  可反复通断, 即当  $u_{ru} > u_t$  时,  $V_1$  导通, 当  $u_{ru} < u_t$  时,  $V_1$  截止, 而  $V_4$  则始终截止。同时, 在 U 相的负半周内, 倒向信号为负, 则  $V_4$  反复通断, 而  $V_1$  始终截止。由于载波信号为等腰三角波, 其他是线性变化的, 与光滑的正弦曲线相比后, 得到的各脉冲的宽度也随时间按正弦规律变化, 因此输出的调制波是恒幅、等矩而不等宽的脉冲序列, 其脉冲宽度也是呈正弦分布的, 各脉冲与正弦曲线下对应的面积成正比, 如图 1-22 所示。

显然, 在单极性的 SPWM 调制方式中, 改变参考信号, 正弦波的幅值即可改变逆变器输出电压的大小; 改变参考信号正弦波的频率即可改变逆变器输出电压的频率。

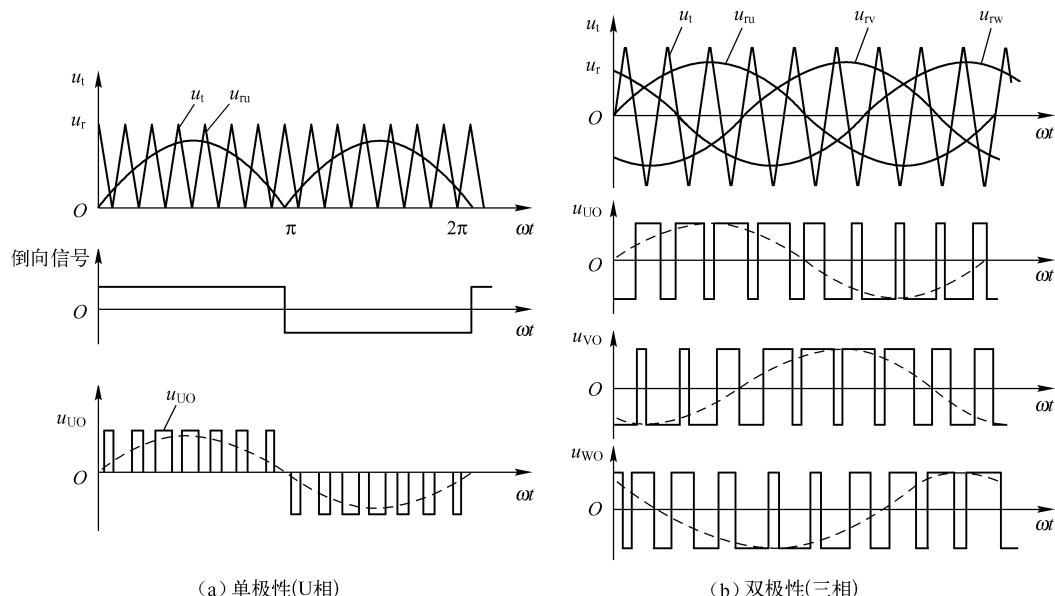


图 1-22 SPWM 调制波形

(2) 双极性的 SPWM 调制方式。在双极性的 SPWM 调制方式中，参考信号和载波信号均为双极性信号，在逆变器输出的半个周期内，同一相的两个功率器件 GTR 互补交替通断，仍以 U 相为例，其调制规律为：不论正负半周，只要  $u_{tu} > u_i$ ， $V_1$  就导通， $V_4$  截止；反之，只要  $u_{tu} < u_i$ ，则  $V_4$  就导通， $V_1$  截止，由于参考信号本身具有正负半周，无需倒向信号进行正负半周判断，因此双极性 SPWM 的调制规律十分简单。双极性 SPWM 调制输出波形如图 1-22 (b) 所示。

可见，在 SPWM 调制方式的逆变器中，只要改变参考信号正弦波的幅值，就可以调节逆变器输出交流电压的大小；只要改变参考信号的频率，就可以改变逆变器输出交流电压的频率。因此，SPWM 变频器的变压变频是十分方便的。

### 1.4.2 SPWM 控制模块 HEF4752 电路介绍

图 1-23 所示为一种转速开环的 PWM 型变频调速系统的原理框图，由图可见，系统由主电路和控制电路组成，主电路是一个典型 PWM 型交—直—交变频器主电路，控制电路主要由 PWM 控制信号形成电路、GTR 的基极驱动电路和保护电路等组成。

PWM 控制信号形成电路，主要由专用于产生三相 SPWM 控制信号的大规模集成电路芯片 (HEF4752)、转速给定电位器、给定积分器、一个压控振荡器和三个多谐振荡器组成，HEF4752 的几个信号输入端的功能是：FCT 端控制输出频率；VCT 端控制输出交流电压大小；RCT 端控制最高开关频率；OCT 端控制开关器件切换的推迟时间；CW 端控制电动机的转向；L 端控制电动机的启动和停止。在不考虑低速段调速时压降补偿的情况下，HEF4752 的 VCT 端的输入可以是固定频率的脉冲信号。

启动时，由转速给定电位器给出的直流电压作为电动机的转速指令，经给定积分器的积分变成一定斜率的斜坡电压，加到压控振荡器的电压控制端，使其产生频率由低到高的一系列脉冲信号，以使电动机的启动电流频率和启动电压由零逐渐上升，从而减小电动机



的启动电流及其对 GTR 的冲击，当电动机转速升高到期望转速时，给定积分器的输出电压也为直流电压。

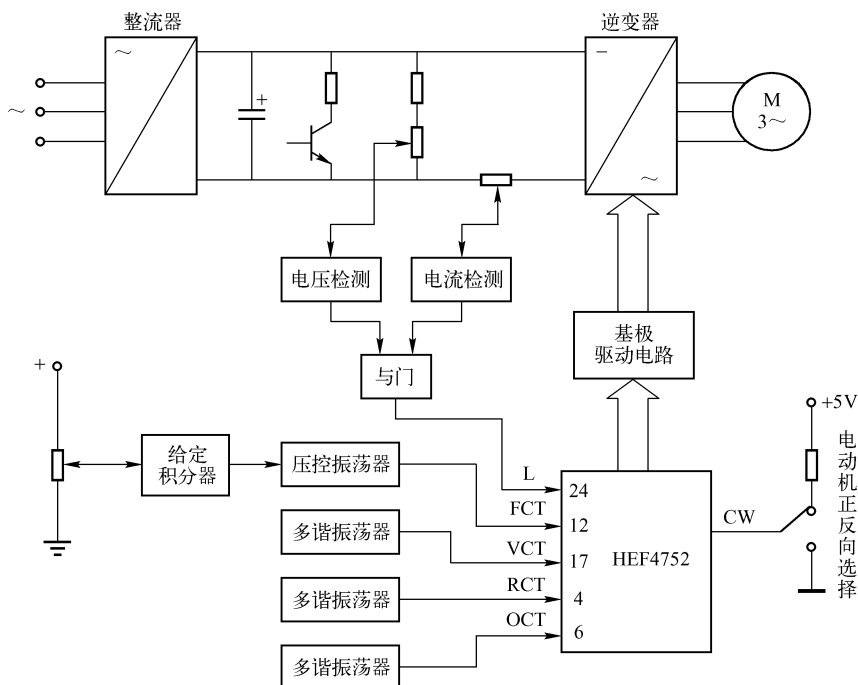


图 1-23 转速开环的 PWM 型变频调速系统的原理框图

由于 HEF4752 输出的 SPWM 控制信号较小，故系统中采用了 GTR 的基极驱动电路，对于三相逆变器，必须有 6 个结构相同的 GTR 的基极驱动电路，用以分别驱动逆变器中的 6 个 GTR 功率开关器件。

保护电路主要有过电压保护和过电流保护。系统过电压、过电流由相应的检测装置检测后，并到 HEF4752 的启停控制端 L，以及时封锁 HEF4752 的输出，保证系统安全运行。

采用 HEF4752 等专用集成电路构成的 PWM 型变频调速系统，具有结构简单、工作可靠等优点，广泛适用于中小容量的交流变频调速系统。

HEF4752 的引脚如图 1-24 所示。

转速开环的 SPWM 型变频调速系统由于没有转速反馈，故调速性能不高，只能用于调速精度要求不高的场合。在对调速性能要求较高的场合可以采用转速闭环矢量控制调速系统，从而达到较高的控制精度。

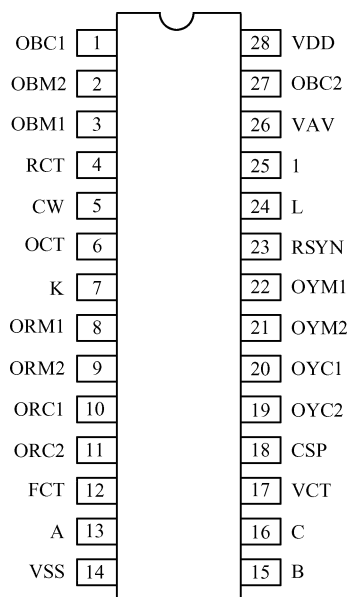


图 1-24 HEF4752 引脚示意图

## 第2章 VVVF 矢量控制变频器的原理

### 2.1 VVVF 矢量控制变频器的主电路原理

#### 2.1.1 VVVF 变频器的组成

我们实际使用的变频器主要采用交—直—交方式（英文表示为 VVVF，即调压调频或矢量控制变频），其原理是先把工频交流电通过整流器转换成直流电，然后再把直流电转换成频率、电压均可控制的交流电以供给电动机。

VVVF 变频器主要由整流（交流变直流）部分、滤波部分、再次整流（直流变交流）部分、制动单元部分、驱动单元部分、检测单元和微处理单元等组成。VVVF 变频器原理框图如图 2-1 所示。

#### 2.1.2 VVVF 变频器各部分的作用

##### 1. 交—直部分

###### 1) 整流电路

由  $VD_1 \sim VD_6$  6 个整流二极管组成不可控全波整流桥。对于 380V 的额定电源，一般二极管反向耐压值应选为 1200V，正向电流为电动机额定电流的 1.414~2 倍。当三相线电压为 380V 时，整流后的峰值电压约为 537V，平均电压为 515V，整流部分使用的二极管的外形如图 2-2 所示，整流电路如图 2-3 所示。

###### 2) 滤波及限流部分

(1) 滤波电路：滤波电路由图 2-4 中的吸收电容  $C_1$ 、 $C_2$  和 4 个电解电容及 2 个均压电阻组成。滤波电路的作用是把经过整流的直流电的波形变得更加平直，其中由于受到电解电容的电容量和耐压能力的限制，滤波电路通常由若干个电容器并联成一组，并在电容旁各并联一只电阻值相等的均压电阻，使电解电容之间的耐压值一致。电解电容外形如图 2-5 (a) 所示，均压电阻的外形如图 2-5 (b) 所示。

(2) 限流电路：限流电路由图 2-4 中的充电电阻和短路开关组成。变频器在接入电源前，滤波电容上的直流电压为零，因此在变频器刚接入电源的瞬间，将有一个很大的冲击电流经整流桥流向滤波电容，易使整流桥损坏。而充电电阻的作用就是为了削弱该冲击电流而串联在整流桥和滤波电容之间的。

如果将充电电阻长期接在电路内，会影响直流电压和变频器输出电压的大小。因此，当直流电压达到一定程度时，应使短路开关接通，把充电电阻从充电电路中“切除”。

##### 2. 直—交部分

$VT_1 \sim VT_6$  逆变管（IGBT，绝缘栅双极型晶体管）是构成逆变电路的主要器件，也是变频器的核心器件。其作用是把直流电逆变成频率和幅值都可调的交流电。电路原理如

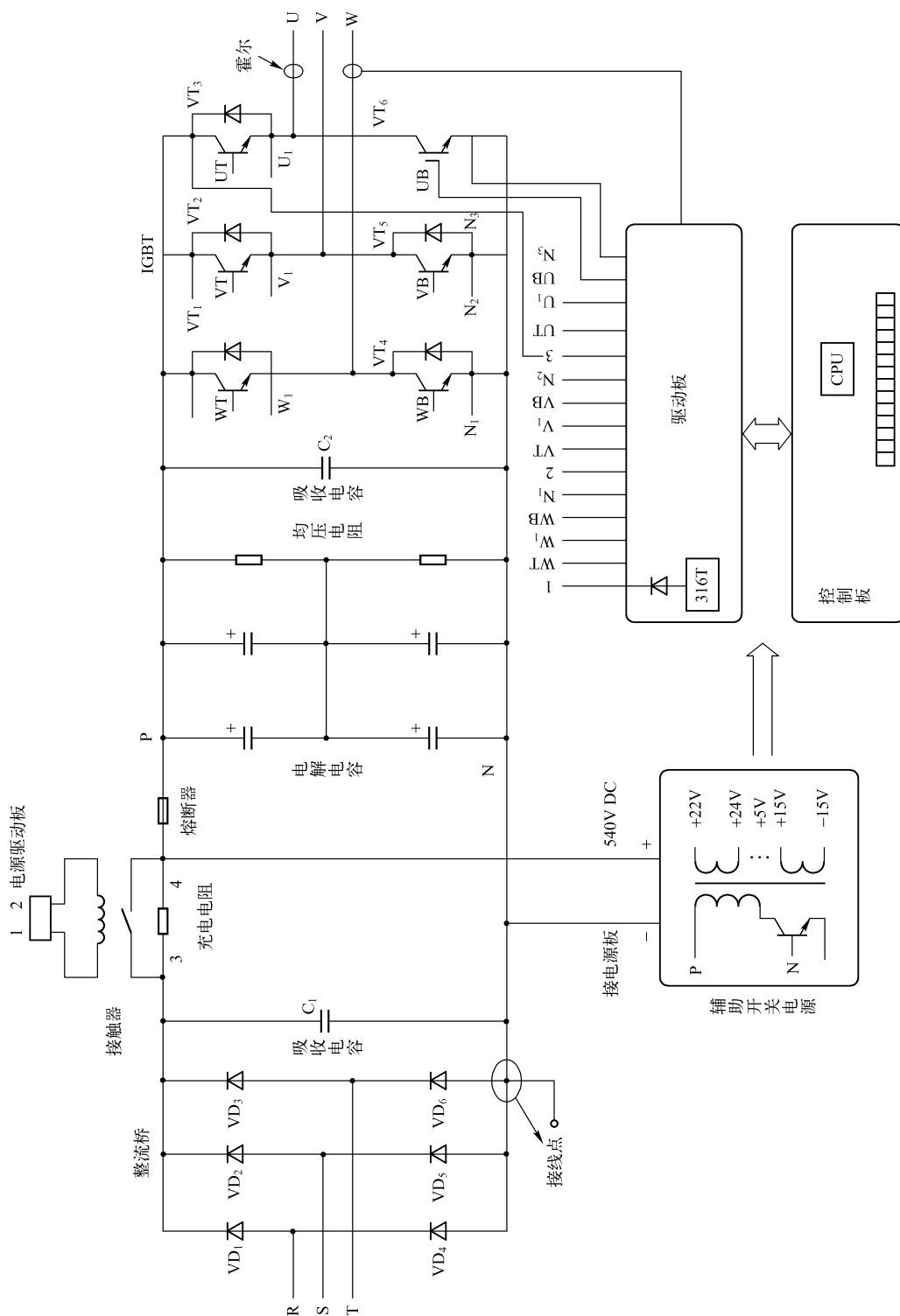


图2-1 VVVF 变频器原理框图

图 2-6 所示，CPU 控制电路通过 UT、VT、WT、UB、VB、WB 信号使 IGBT 交替导通，把直流电逆变成频率任意可调的三相交流电。IGBT 的外形如图 2-7 所示。

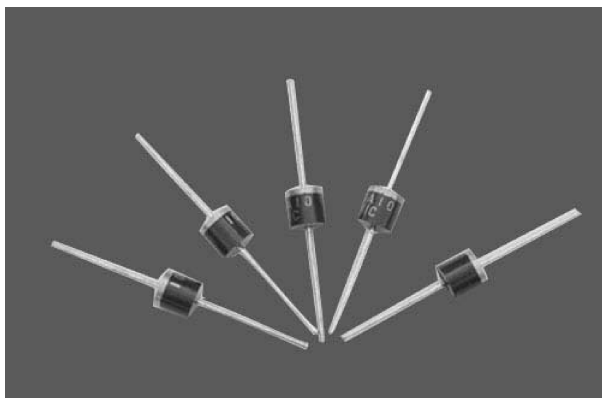


图 2-2 二极管外形

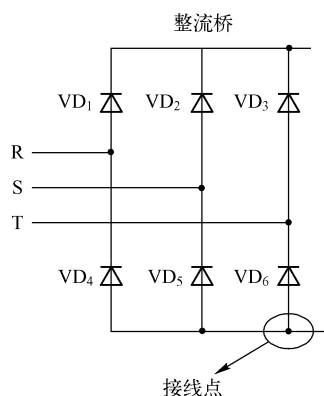


图 2-3 整流电路

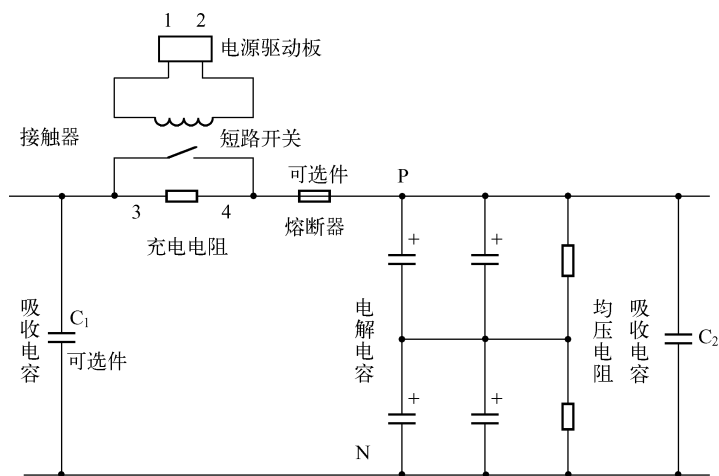
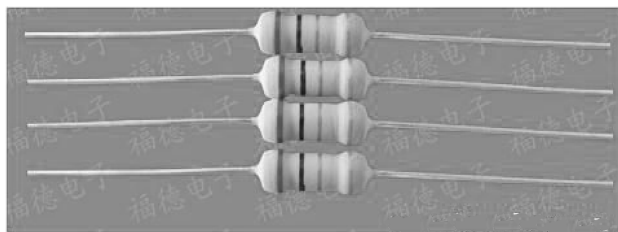


图 2-4 滤波及限流部分电路



(a) 电解电容外形



(b) 电阻外形

图 2-5 电解电容和电阻外形

IGBT 的结构和电气图形符号如图 2-8 所示。

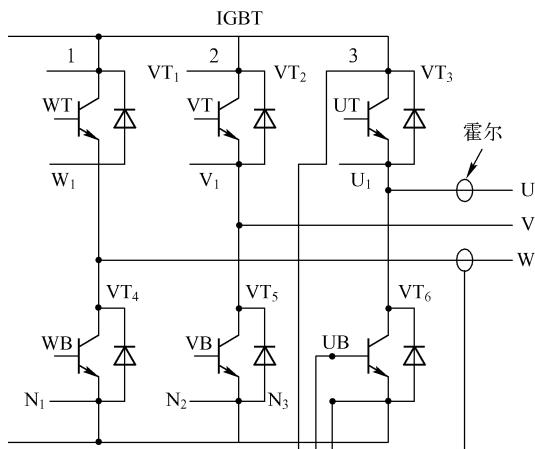


图 2-6 直—交部分电路原理图

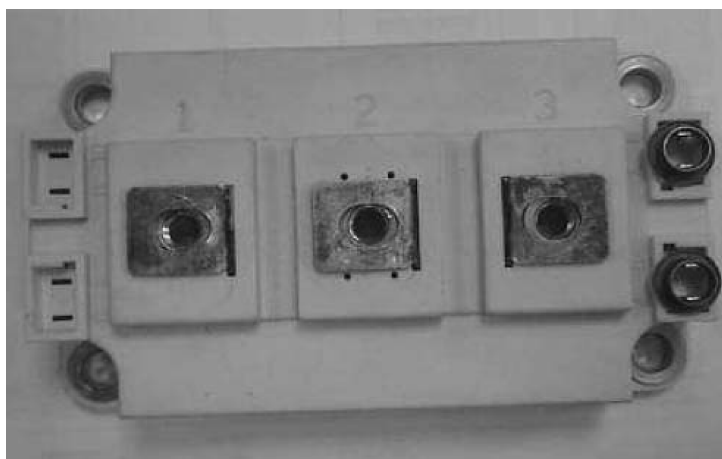


图 2-7 IGBT 的外形

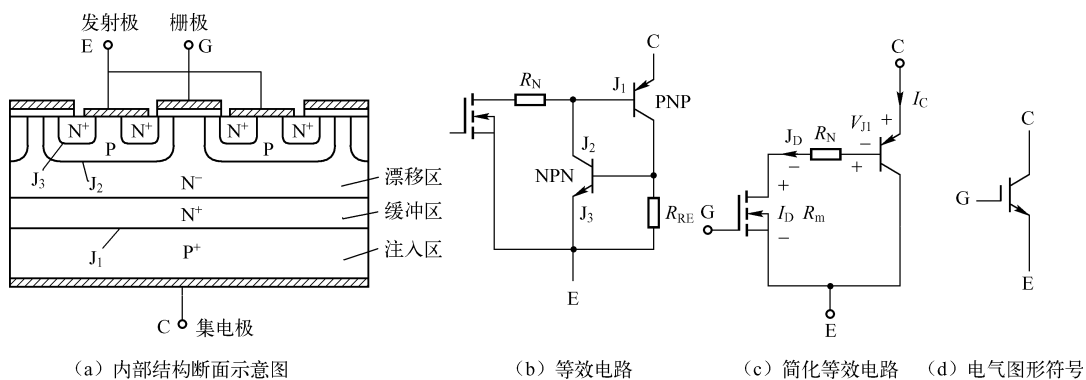


图 2-8 IGBT 的结构和电气图形

## 2.2 VVVF 矢量控制变频器的控制电路原理

### 2.2.1 变频器的电源电路

(1) 开关电源电路。开关电源电路的作用是为操作面板、主控板、驱动电路、检测电路及风扇、CPU 及其附属电路、控制电路、显示面板等提供低压供电。开关电源提供的低压电有 $\pm 5\text{V}$ 、 $\pm 15\text{V}$  和 $\pm 24\text{V}$ 。开关电源电路的外形如图 2-9 所示。



图 2-9 开关电源电路的外形

(2) 变频器电源电路原理的介绍。变频器电源电路基本都采用了开关电源电路。开关电源电路的组成结构如图 2-10 所示。

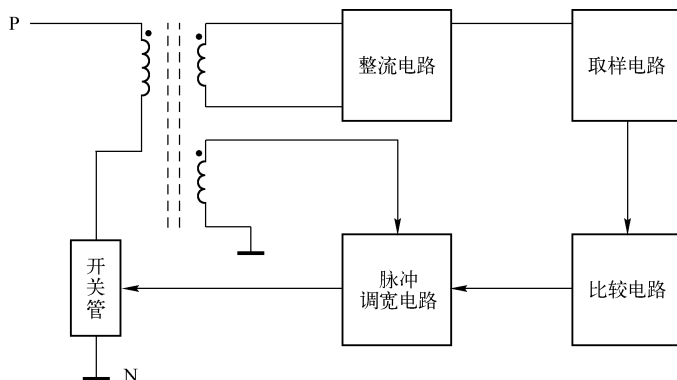


图 2-10 开关电源电路的组成结构图

开关电源电路的原理是，直流高电压的 P 端加到高频脉冲变压器一次侧的一端，开关管串接脉冲变压器一次侧的另一端后，再接到直流高电压的 N 端。开关管周期性地导通、截止，使一次电压转换成矩形波，再由脉冲变压器耦合到二次侧，再经整流滤波后，获得相应的直流输出电压。取样和比较电路对输出电压取样比较，去控制脉冲调宽电路，以改变脉冲宽度，使输出电压更稳定。

(3) 变频器开关电源电路的实例。下面就以某品牌开关电源电路为例介绍变频器开关电源电路原理，如图 2-11 所示。



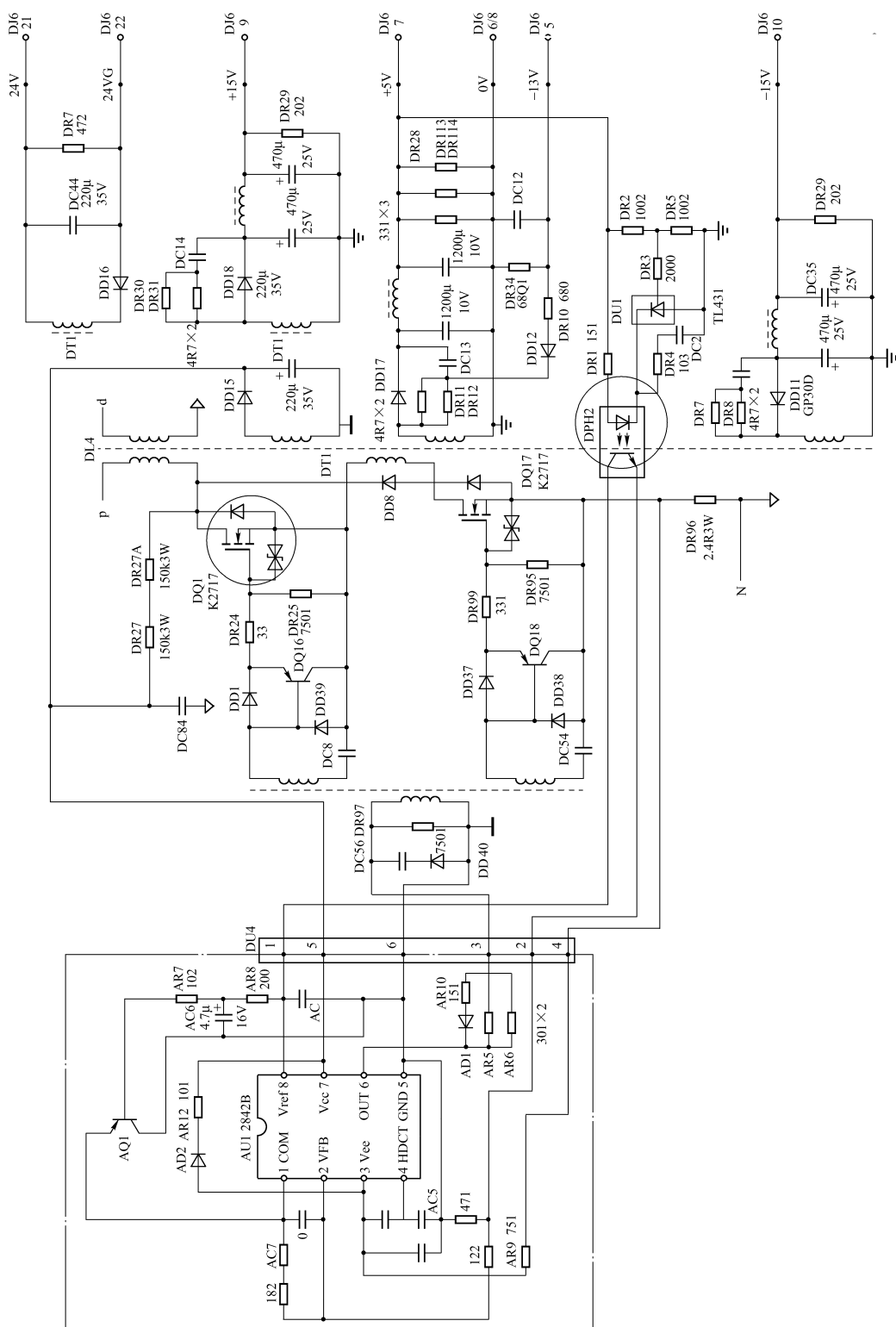


图2-11 某品牌开关电源电路

点画线框内为采用开关电源专用振荡芯片及附属电路构成的振荡电路，被做成一个单元电路板（振荡板），通过  $DU_4$  焊接端子连接到电源/驱动板上。由 +5V（CPU 电路供电）经光耦合器  $DPH_2$  引入电压负反馈，由电阻  $DR_{96}$  引入开关管工作电流的反馈信号，两信号引入供内部电路控制输出激励脉冲的占空比，以适应负载变化造成的输出电压变化，负载调整率好，又由于从  $DR_{96}$  上测得的电流峰值信号能快速参与输出控制，所以能较灵敏地限制最大电流，对开关管的过电流实施及时的保护。在误差放大器输入端 1 脚和基准电压端 8 脚接入  $AQ_1$ ，以防止当反馈电压过低时上电期间造成内部电路失控而使输出电压异常升高，避免负载电路遭受高电压的冲击，当 1 脚输出电压信号过高（反馈电压输入过低）， $AQ_1$  的射极电压高于 8 脚的 5V 基准电压时， $AQ_1$  导通，将 1 脚电压接到 6V 以内，限制了开关管激励脉冲的占空比，从而将输出电压限制在一定幅值内。

振荡电路的功率输出级电路也是很有意思的。 $AU_1$  输出的振荡信号经推动变压器隔离与转换为两路同极性的激励信号，同时加到开关管  $DQ_1$  和  $DQ_{17}$  上，两只管子是同步导通与截止的，是串联起来利用供电电源，从而降低了两管的耐压要求，输出功率较大的开关电源（200W 以上）往往采用两管式振荡电路，开关管栅—阴回路的两只晶体管  $DQ_{16}$ 、 $DQ_{18}$  与 D、C 元件构成了“脉冲加速电路”，使脉冲的陡峭度上升，尤其是加快开关管的截止速度， $DQ_{17}$  的振荡能量经开关变压器  $VT_1$  转换和隔离输出，其中一路自供电绕组，由整流管  $DD_{15}$ 、 $20\mu F$  电容滤波后作为  $AU_1$  振荡电路的自供电；一组 24V 电源作为充数频器的控制端子的供电；+15、-15V 作为电流电压检测、保护与控制电路的供电；+5V 为 CPU 及附属元件供电，+5V 的同一绕组经  $DD_{12}$  负向整流成 -13V 电压，送入后级直流回路电压检测回路。

### 2.2.2 变频器驱动板电路

驱动板主要是将 CPU 生成的 PWM 脉冲经驱动电路产生符合要求的驱动信号激励 IGBT 输出电压。常见驱动板的外形如图 2-12 所示。

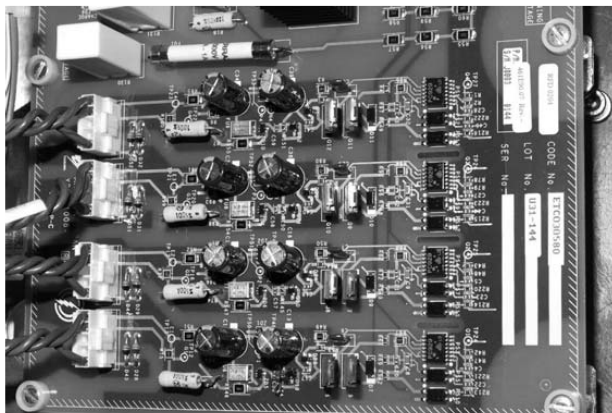


图 2-12 变频器驱动板外形

#### (1) 驱动电路。

驱动电路是将主控电路中 CPU 产生的 6 个 PWM 信号，经光电隔离和放大后，为逆

变电路的换流器件（逆变模块）提供驱动信号。驱动电路由隔离放大电路、驱动放大电路和驱动电路电源组成。一般情况下 3 个上桥臂驱动电路是 3 个独立驱动电源电路，3 个下桥臂驱动电路是一个公共的驱动电源电路。

对驱动电路的各种要求，因换流器件的不同而不同。IGBT 的驱动电路必须具备 2 个功能：一是实现控制电路与被驱动 IGBT 栅极的电隔离；二是提供合适的栅极驱动脉冲。实现电隔离可采用脉冲变压器、微分变压器及光电耦合器，同时一些变频器厂商开发了许多适宜各种换流器件的专用驱动模块。有些品牌、型号的变频器直接采用专用驱动模块。但是，大部分变频器采用驱动电路。我们从实用的角度考虑，这里介绍较典型的驱动电路。图 2-13 是较常见的驱动电路，驱动电路电源电路如图 2-14 所示。

图 2-13 为采用光耦合器等分立元器件构成的 IGBT 驱动电路。当输入控制信号时，光耦 VLC 导通，晶体管  $V_2$  截止， $V_3$  导通，输出 +15V 驱动电压。当输入控制信号为零时，VLC 截止， $V_2$ 、 $V_4$  导通，输出 -10V 电压。+15V 和 -10V 电源需靠近驱动电路，驱动电路输出端及电源地端至 IGBT 栅极和发射极的引线应采用双绞线，长度最好不超过 0.5m。如图 2-12 所示，目的是为了防止干扰脉冲造成的误动作。

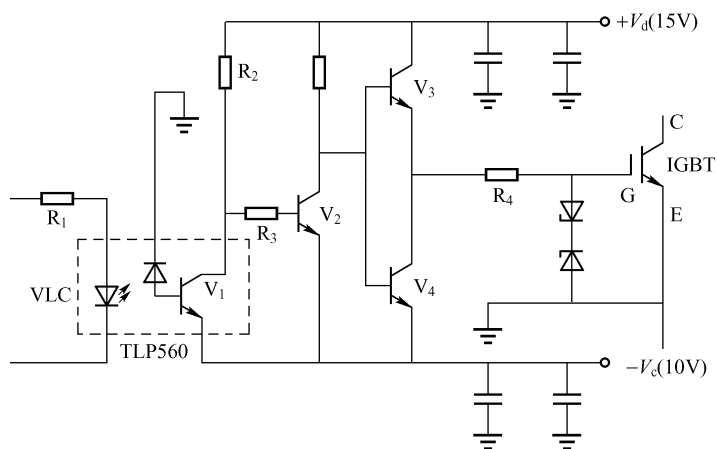


图 2-13 由分立元器件构成的 IGBT 驱动电路

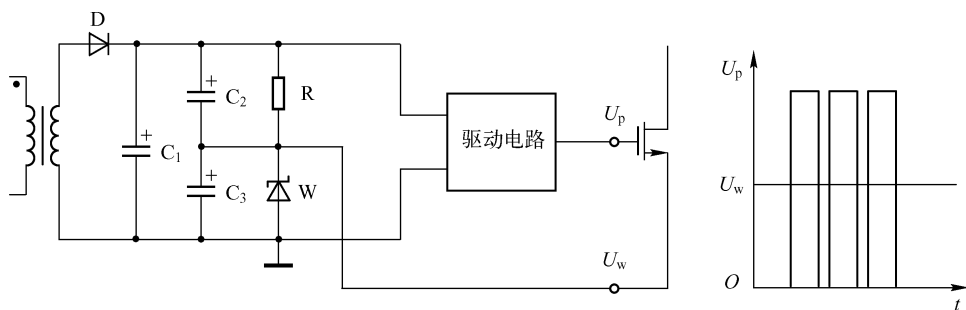


图 2-14 驱动电路电源电路

## (2) 保护电路。

当变频器出现异常时，为了使变频器因异常造成的损失减少到最小。每个品牌的变频器都设法增加保护功能，并提高保护功能的有效性。

在变频器保护功能领域，厂商可谓使尽解数。这样，也就形成了变频器保护电路的多样性和复杂性；有常规的检测保护电路，软件综合保护功能等；有些变频器的驱动电路模块、智能功率模块、整流逆变组合模块等，内部都具有保护功能。

图 2-15 所示的电路是较典型的过流检测保护电路。由电流取样、信号隔离放大、信号放大输出三部分组成。

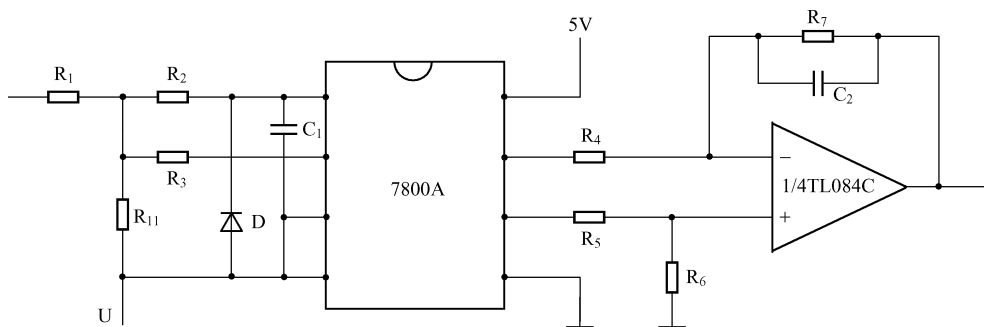
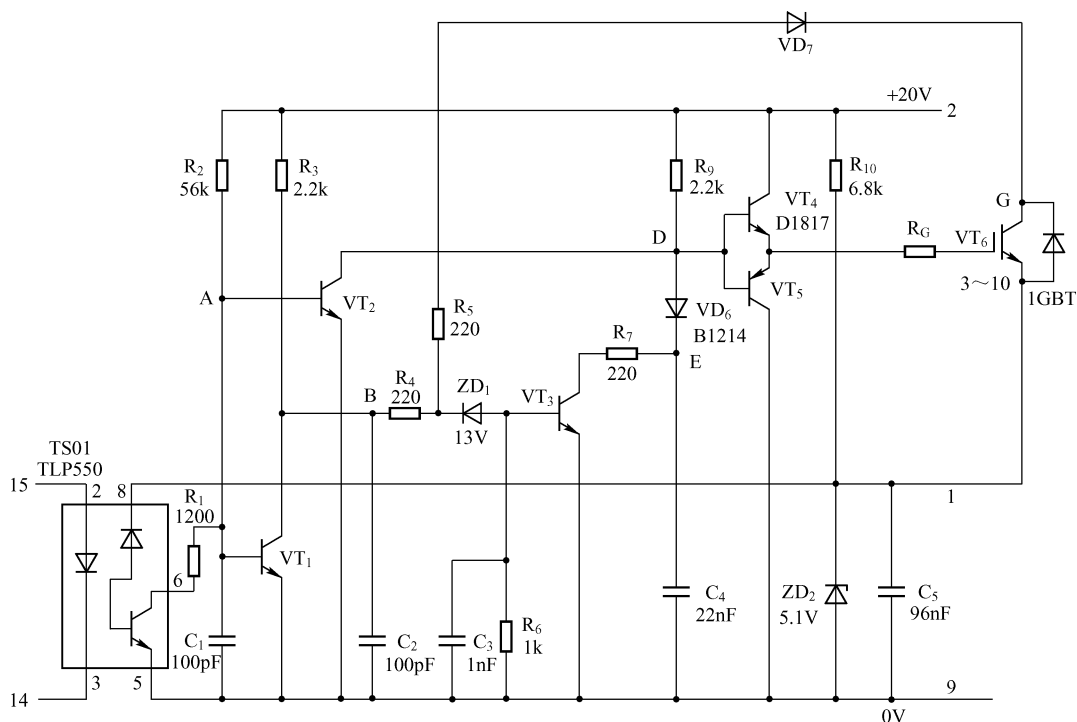


图 2-15 过流检测保护电路

## (3) 常用中小功率驱动板上 EXB841 模块的工作原理介绍如图 2-16 所示。



① 正常开通过程。当控制电路使 EXB841 输入端脚 14 和脚 15 有 10mA 的电流流过时, 光耦合器 TS01 就会导通, A 点电位迅速下降到 0V, 使  $VT_1$  和  $VT_2$  截止,  $VT_2$  截止使 D 点电位上升至 20V,  $VT_4$  导通,  $VT_5$  截止, EXB841 模块电路通过  $VT_4$  及 IGBT 管的栅极电阻  $R_c$  向 IGBT 管的栅极提供电流使之迅速导通 IGBT 管, C 极电位下降到 3V 左右, 与此同时,  $VT_1$  截止, 使 +20V 电源通过  $R_3$  向电容  $C_2$  充电, 使 B 点电位上升。

然而由于 IGBT 管约  $1\mu s$  后导通, IGBT 管 C 极电位由于其导通降低, 同时由于二极管  $VD_7$  正向导通的作用, 因此 B 点电位不会充到 13V, 而是充到 8V 左右, 这个过程时间为  $1.24\mu s$ ; 又由于稳压管  $ZD_1$  的稳压值为 13V, IGBT 导通时不会被击穿,  $VT_3$  截止, E 点电位仍为 20V 左右。二极管  $VD_6$  截止, 不影响  $VT_4$  和  $VT_5$  的正常工作。

② 正常关断过程控制电路使 EXB841 输入端脚 14 脚和 15 脚无电流流过, 光耦合器 TS01 不通, A 点电位上升使  $VT_1$  和  $VT_2$  导通;  $VT_2$  导通使  $VT_4$  截止,  $VT_5$  导通, IGBT 管栅极 G 电位通过  $VT_5$  迅速放电, 使 IGBT 可靠关断, IGBT 管 C 级电位迅速上升。同时  $VT_1$  导通,  $C_2$  通过  $VT_1$  更快放电。将 B 点电位钳制在 0V 使后续电路不会动作, IGBT 正常关断。

③ 保护动作。设 IGBT 已正常导通, 则  $VT_1$  和  $VT_2$  截止,  $VT_4$  导通,  $VT_5$  截止, B 点电位稳定在 8V 左右,  $ZD_1$  不被击穿,  $VT_3$  不导通, E 点电位保持为 20V, 二极管  $VD_6$  截止。如此时发生短路, IGBT 管承受大电流而退出饱和, 二极管  $VD_7$  截止, B 点电位开始由 8V 上升, 当上升至 13V 时,  $ZD_1$  被击穿,  $VT_3$  导通,  $C_4$  通过  $R_7$  和  $VT_3$  放电, E 点电位逐步下降, 缓慢关断 IGBT, 此时慢关断过程结束, IGBT 栅极上所受偏压为 0V。

这种状态一直持续到控制信号使光耦合器 TS01 截止, 此时  $VT_1$  和  $VT_2$  导通,  $VT_2$  导通使 D 点电位下降到 0V, 从而使  $VT_4$  完全截止,  $VT_5$  完全导通, IGBT 管栅极所受偏压由慢关断到完全关断。 $VT_1$  导通使  $C_2$  迅速放电,  $VT_3$  截止, 20V 电源通过  $VD_6$  对  $C_4$  充电, 则 E 点电位由 3V 充电到 19V。至此 EXB841 完全恢复到正常状态, 可以进行正常的驱动。

(4) 由 HCPL-316J IGBT 门极驱动组成的驱动电路。

HCPL-316J 是由 Agilent 公司生产的一种 IGBT 门极驱动光耦合器, 其内部集成集电极、发射极、电压欠饱和检测电路及故障状态反馈电路, 为驱动电路的可靠工作提供了保障。其特性为: 兼容 CMOS/TTL 电平; 光隔离, 故障状态反馈; 开关时间最大 500ns; “软” IGBT 关断; 欠饱和检测及欠压锁定保护; 过流保护功能; 宽工作电压范围 (15~30V); 用户可配置自动复位、自动关闭。DSP 与该耦合器结合实现 IGBT 的驱动, 使得 IGBT  $V_{CE}$  欠饱和检测结构紧凑, 低成本且易于实现, 同时满足了宽范围的安全与调节需要。

(1) HCPL-316J 的内部结构及工作原理。

HCPL-316J 的内部结构如图 2-17 所示, 其外部引脚如图 2-18 所示。

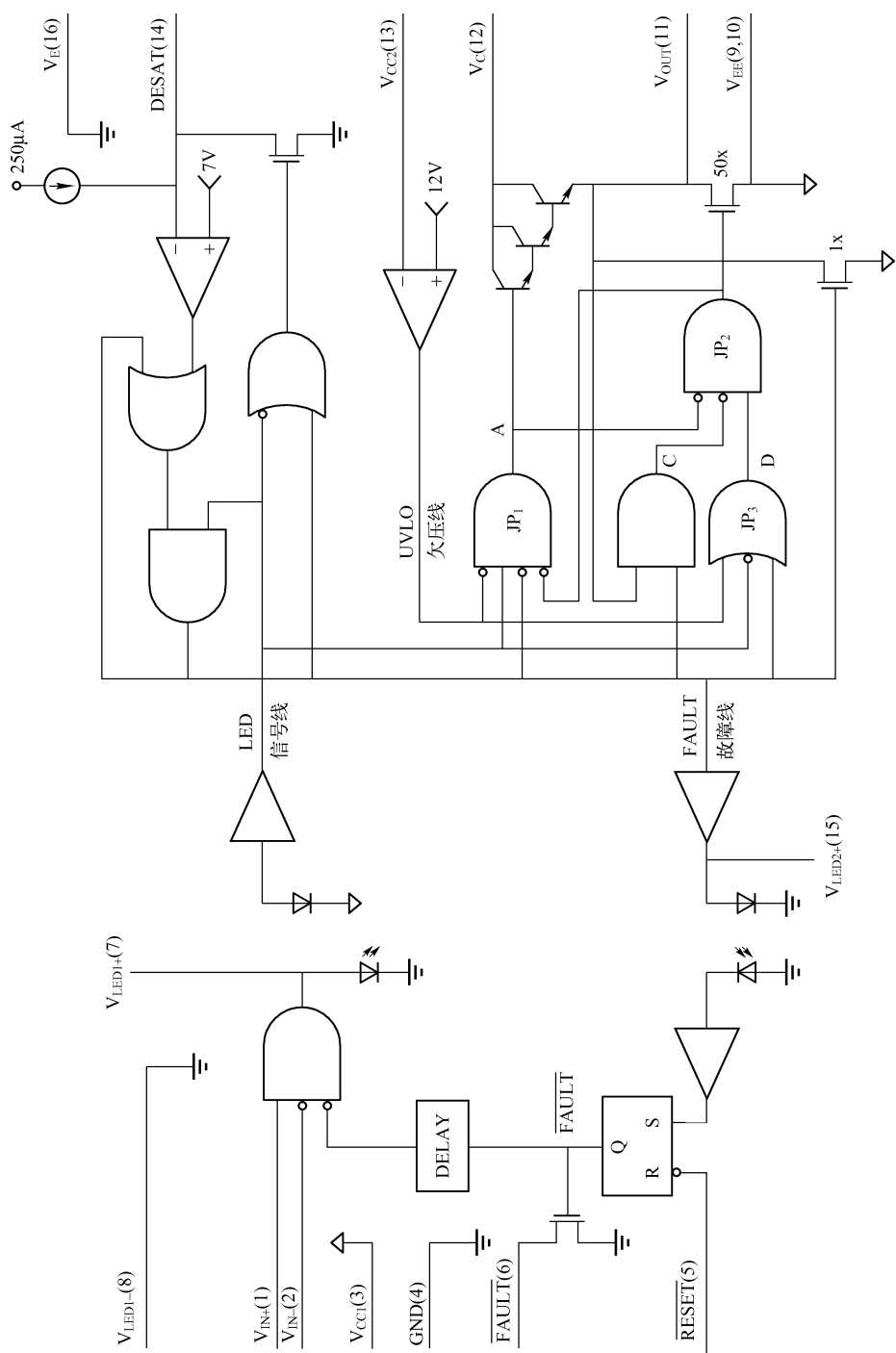


图2-17 HCPL-316J的内部结构图

从图 2-17 可以看出, HCPL-316J 可分为输入  $I_c$  (左边) 和输出  $I_c$  (右边) 两部分, 输入和输出之间完全能满足高压大功率 IGBT 驱动的要求。

HCPL-316J 外部引脚图如图 2-18 所示, 各引脚功能如下:

- 脚 1 ( $V_{IN+}$ ) 正向信号输入;
- 脚 2 ( $V_{IN-}$ ) 反向信号输入;
- 脚 3 ( $V_{CC1}$ ) 接输入电源;
- 脚 4 (GND) 输入端的地;
- 脚 5 (RESET) 芯片复位输入端;
- 脚 6 (FAULT) 故障输出, 当发生故障 (输出正向电压欠压或 IGBT 短路) 时, 通过光耦输出故障信号;
- 脚 7 ( $V_{LED1+}$ ) 光耦测试引脚, 悬挂;
- 脚 8 ( $V_{LED1-}$ ) 接地;
- 脚 9, 脚 10 ( $V_{EE}$ ) 给 IGBT 提供反向偏置电压;
- 脚 11 ( $V_{OUT}$ ) 输出驱动信号以驱动 IGBT;
- 脚 12 ( $V_C$ ) 三级达林顿管集电极电源;
- 脚 13 ( $V_{CC2}$ ) 驱动电压源;
- 脚 14 (DESAT) IGBT 短路电流检测;
- 脚 15 ( $V_{LED2+}$ ) 光耦测试引脚, 悬挂;
- 脚 16 ( $V_E$ ) 输出基准地。

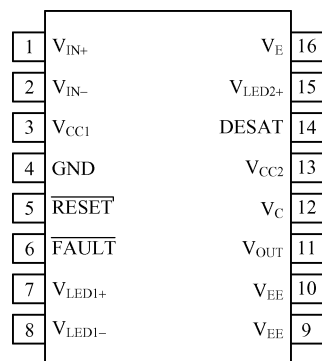


图 2-18 HCPL-316J 外部引脚图

HCPL-316J 其工作原理如图 2-17 所示。若  $V_{IN+}$  正常输入, 脚 14 没有过流信号, 且  $V_{CC2} - V_E = 12V$  即输出正向驱动电压正常, 驱动信号输出高电平, 故障信号和欠压信号输出低电平。首先 3 路信号共同输入到  $JP_3$ , D 点低电平, B 点也为低电平,  $50 \times DMOS$  处于关断状态。此时  $JP_1$  输入的 4 个状态从上至下依次为低、高、低、低, A 点高电平, 驱动三级达林顿管导通, IGBT 也随之开通。

若 IGBT 出现过流信号 (脚 14 检测到 IGBT 集电极上电压  $= 7V$ ), 而输入驱动信号继续加在脚 1, 欠压信号为低电平, B 点输出低电平, 三级达林顿管被关断,  $1 \times DMOS$  导通, IGBT 栅射集之间的电压慢慢放掉, 实现慢降栅压。当  $V_{OUT} = 2V$  时, 即  $V_{OUT}$  输出低电平, C 点变为低电平, B 点为高电平,  $50 \times DMOS$  导通, IGBT 栅射集迅速放电。故障线上的信号通过光耦, 再经过 RS 触发器, Q 输出高电平, 使输入光耦被封锁。同理可以分析只欠压的情况和既欠压又过流的情况。

## (2) HCPL-316J 驱动电路应用。

驱动电路及参数如图 2-19 所示。

HCPL-316J 左边的  $V_{IN+}$ , FAULT 和 RESET 分别与微机相连。  $R_7$ ,  $R_8$ ,  $R_9$ ,  $D_5$ ,  $D_6$  和  $C_{12}$  起输入保护作用, 防止过高的输入电压损坏 IGBT, 但是保护电路会产生约  $1\mu s$  延时, 在开关频率超过  $100kHz$  时不适合使用。  $Q_3$  最主要起互锁作用, 当两路 PWM 信号 (同一桥臂) 都为高电平时,  $Q_3$  导通, 把输入电平拉低, 使输出端也为低电平。图 2-19 中的互锁信号 Interlock 和 Interlock2 分别与另外一个 316J Interlock2 和 Interlock1 相连。  $R_1$  和  $C_2$  起到了对故障信号的放大和滤波作用, 当有干扰信号后, 能让 CPU 正确接收信息。

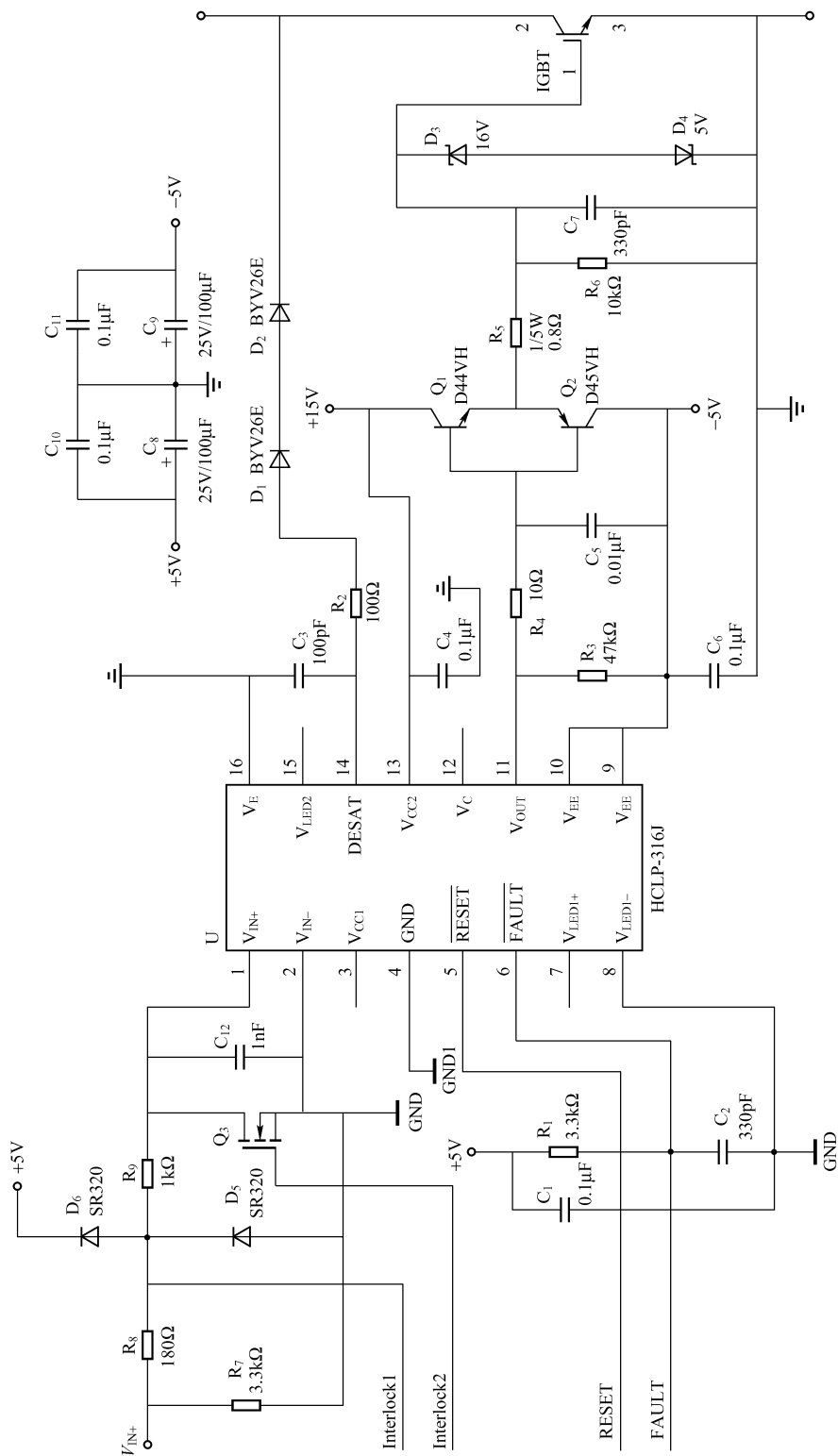


图2-19 HCPL-316J 驱动电路应用图



在输出端,  $R_5$  和  $C_7$  关系到 IGBT 开通的快慢和开关损耗,  $C_3$  是一个非常重要的元件, 最主要起充电延时作用。当系统启动, 芯片开始工作时, 由于 IGBT 的集电极 C 端电压还远远大于 7V, 若没有  $C_3$ , 则会错误地发出短路故障信号, 使输出直接关断。当芯片正常工作以后, 假使集电极电压瞬间升高, 之后立刻恢复正常, 若没有  $C_3$ , 则也会发出错误的故障信号, 使 IGBT 误关断。但是,  $C_3$  的取值过大会使系统反应变慢, 而且在饱和情况下, 也可能使 IGBT 在延时时间内就被烧坏, 起不到正确的保护作用,  $C_3$  取值 100pF, 其延时时间

$$\begin{aligned} t &= C_3 \times U/I \\ &= 100\text{pF} \times (7 - 2 \times 0.6)\text{V} / 250\text{UA} \\ &= 2.32\mu\text{s} \end{aligned}$$

在集电极检测电路用两个二极管串联, 能够提高总体的反向耐压, 从而提高驱动电压等级, 但二极管的反向恢复时间要很小, 且每个反向耐压等级要为 1000V, 一般选取反向恢复时间 75ns。  $R_4$  和  $C_5$  的作用是保留 HCLP-316J 出现过流信号后具有的软关断特性, 其原理是  $C_5$  通过内部 MOSFET 的放电来实现软关断。图 2-19 中输出电压  $V_{\text{OUT}}$  经过两个快速三极管推挽输出, 使驱动电流最大能达到 20A, 能够快速驱动 1700V、200-300A 的 IGBT。

### 2.2.3 变频器控制板 (CPU 板) 电路

控制板也叫 CPU 板, 它相当于人的大脑, 主要作用是处理各种信号以及控制程序等外形如图 2-20 所示。

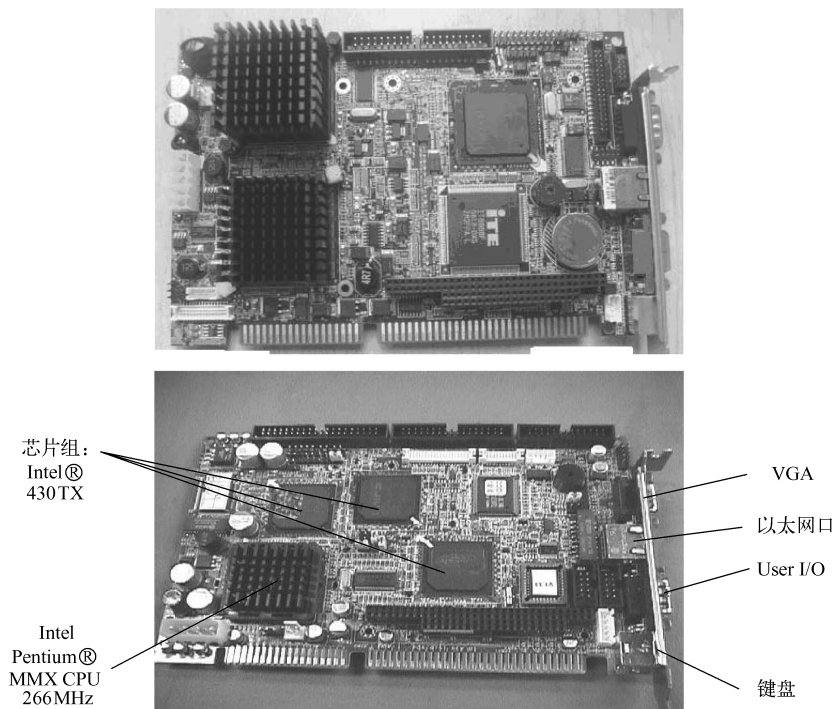


图 2-20 CPU 控制板外形

变频器控制电路的原理框图如图 2-21 所示, 电路包括 CPU 控制器、电流检测电路、电压检测电路、保护电路、操作显示电路。

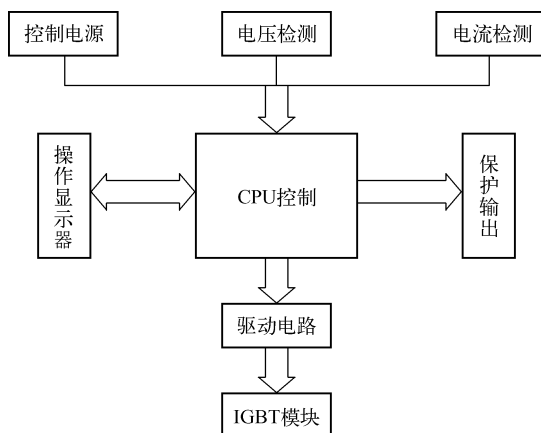


图 2-21 变频器控制、原理框图

CPU 控制器目前应用比较多的是美国 Intel 公司的 87C196MC 单片机, 该芯片功能齐全, 运算速度快, 是一种高性能的 CHMOS 16 位单片机, 它功耗小, 除正常工作外还可以工作于 2 种节电方式: 待机方式和掉电方式。它内部有一个波形发生器, 可以输出 2 组互补的 3 相 PWM 信号, 特别适用于异步电动机控制系统。

### 1. S87C196MH (MC) 微控制器的结构与功能

内部电路包括算术逻辑部件 (RLU)、寄存器、内部 A/D 转换器、PWM 发生器、事件处理阵列 (EPA)、三相到补 SPWM 输出发生器, 以及看门狗、时钟及中断控制电路等。内部结构原理框图如图 2-22 所示。

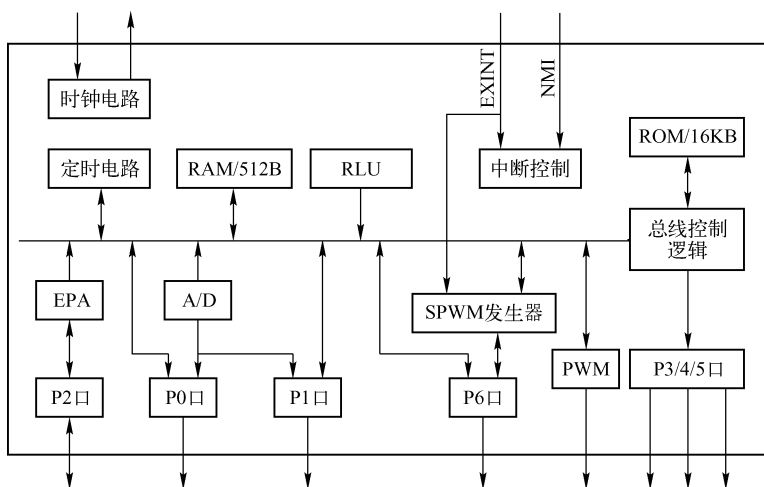


图 2-22 S87C196MH (MC) 微控制器内部原理框图

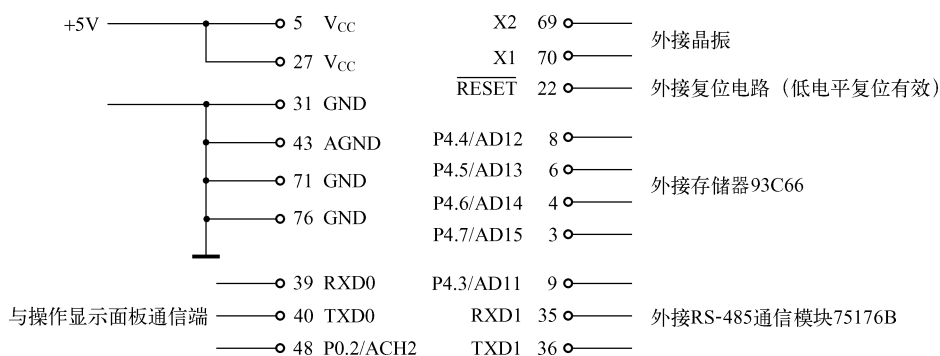
S87C196MH (MC) 微控制器采用 CHMOS 工艺, 工作温度为  $-40\sim 85^{\circ}\text{C}$ , 支持 16KB 的 EPROM, 当晶体振荡频率为 16MHz 时, 完成 16 位乘 16 位的乘法只需要  $1.75\mu\text{s}$ 。适合控制系统的快速性要求。S87C196MH (MC) 微控制器有 7 个 I/O 口, 每个端口引脚都为多功能的。其寄存器阵列有 512B, 分为低 256B 和高 256B。低 256B 在 ALU 运算过程中可以当作 256 个累加器使用, 高 256B 用作寄存器 RAM, 也可以通过特有的窗口技术, 将高 256B 切换成具有累加器功能的 256B。微控制器内部自带 13 路 10 位/8 位高速 A/D 转换器, 转换时间可以设置在  $1.39\sim 40.2\mu\text{s}$  之间, A/D 也可以作为可编程比较器, 在输入跨过一个门槛电平时产生中断。事件处理阵列 (EPA) 主要执行输入、输出功能。当执行输入方式时, EPA 监视输入引脚信号的变化, 在事件发生时记录其时间值, 此过程称为捕捉。当执行输出方式时, 等于定时器符合一个存储的时间值, 就设置、清除或触发输出引脚。捕捉和比较事件都能产生正常的服务流程或中断。共有 4 个捕捉/比较模块和 4 个比较模块。EPA 还含有两个 16 位的双向定时/计数器 T1、T2。T1 可按照外部时钟源计时, 在这种工作模式下, EPA 可以直接处理位置传感器 (如光电编码器), 输出的两路相位互差  $90^{\circ}$  的脉冲信号, 从而监视电动机的速度和方向。

S87C196MH (MC) 微控制器外部事件处理服务器 (PTS)。该控制器的中断系统有两类: 可编程中断控制器和 PTS。可编程中断可以被设置成 PTS 中断服务方式, PTS 拥有数种微指令码化的硬件中断服务流程, 可以与 CPU 并行工作, 能够完成数据块传递、处理多路 A/D 转换、控制串行通信等功能。SPWM 波形发生器通过 P6 口直接输出 6 路 SPWM 信号, 驱动电流可以达到 20mA,

S87C196MH (MC) 微控制器, 内部设置了一个三相互补的驱动频率可以达到 8MHz, 每路 SPWM 信号可以独立编程并设置死区互锁时间。

## 2. S87C196MH (MC) 在变频器控制主板中的引脚作用

(1) 供电、时钟、复位等端子, 满足微控制器基本工作条件的引脚。



(2) 控制端子数字和模拟信号处理的引脚。

对控制端子数字和模拟信号处理的引脚。变频器的启、停和调速控制, 对工作状态的监控等, 都是通过控制端子进行的, 控制端子的输入、输出信号是直接进入微控制器引脚的。

## 数字控制信号输入引脚:

S1端子信号输入	20	P3.0	AD0
S2端子信号输入	19	P3.0	AD1
S3端子信号输入	18	P3.0	AD2
S4端子信号输入	17	P3.0	AD3
S5端子信号输入	16	P3.0	AD4
S6端子信号输入	15	P3.0	AD5

## 数字控制信号输出引脚:

故障/运行(开关量)输出信号1	2	P5.7
故障/运行(开关量)输出信号2	74	P5.6

## 模拟信号控制输入引脚:

FV电压/频率指令信号输入	50	P0.0/ACH0
FI电流/频率指令信号输入	49	P0.1/ACH1

变频器控制端子模拟信号的输出实质上来自于微控制器的 PWM0 (P6 口) 引脚, 输出实际为调宽脉冲信号, 经后续电路转换为模拟电压信号。

### (3) 模拟 (PWM) 信号输出引脚。

0~10V输出频率信号	65	P6.6/PWM0
-------------	----	-----------

### (4) 开关量控制信号。

开关量控制信号, 对充电接触器 (继电器的控制)、对散热风扇的控制和对驱动电路的复位控制 (解除其故障锁定状态)。

## 控制信号输出引脚

充电接触器 (继电器) 控制输出	64	P6.7/PWM1
散热风扇控制信号输出	80	P5.5/BHE/WR
驱动电路复位控制信号输出	52	P2.0/CAP0

### (5) 六路逆变脉冲信号 (SPWM)。

## SPWM脉冲输出引脚

U相上臂脉冲输出	34	P6.0/WG
U相下臂脉冲输出	33	P6.1/WG
V相上臂脉冲输出	32	P6.2/WG
V相下臂脉冲输出	30	P6.3/WG
W相上臂脉冲输出	29	P6.4/WG
W相下臂脉冲输出	28	P6.5/WG

### (6) 检测与各类保护信号的处理。

## 故障检测信号输入引脚

模块短路SC信号输入	61	P2.4/CCMP0/AIN
过电压OU信号输入	57	P2.3/CPA3
过电流信号1-OCH信号输入	53	P2.1/CAP1/PALE
过电流信号2-OCL信号输入	56	P2.2/CAP2/PROG
故障信号生效/时序控制信号输出1	63	P2.6/COMP2
故障信号生效/时序控制信号输出2	58	P2.7/COMP3

### 2.2.4 变频器主控板上的通信电路

当变频器由可编程 (PLC) 或上位计算机、人机界面等进行控制时, 必须通过通信接口相互传递信号。图 2-23 是某品牌变频器的通信接口电路。

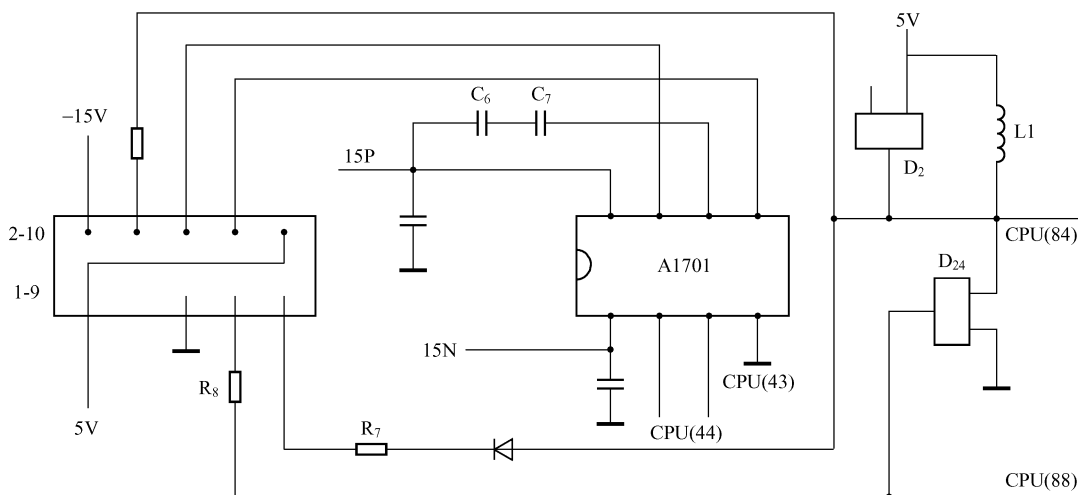


图 2-23 变频器的通信接口电路

变频器通信时, 通常采用两线制的 RS-485 接口。两线分别用于传递和接收信号。变频器在接收到信号之后到传递信号之前, 这两种信号都经过缓冲器 A1701、75176B 等集成电路, 以保证良好的通信效果。所以, 变频器主控板上的通信接口电路主要是指这部分电路, 还有信号的抗干扰电路。

### 2.2.5 变频器的温度检测电路的原理

如图 2-24 所示, 散热风扇的状态与模块温升确实是紧密相关的, 该电路将温度检测信号与风扇检测信号两路并作一路, 无论是温度探头还是散热风扇损坏, 都会报出 OH 过热故障, 变频器采取保护动作, 而风扇又可以根据模块温升情况运转或停机, 避免变频器上电后风扇一直运转而使风扇寿命缩短。控制过程如下: 三线式风扇经端子 DFN1、DFN2 接入电路, 当 DQ21 导通时, 风扇被接通地和 -15V 的电源供电, 开始运转。DQ21 为风扇电源的开关管, 风扇的中心线输出一个地电平的运转信号 (此信号由风扇的内部电路输出), 两只风扇的运转信号分别经 DD41、DQ19、DD43、DQ20, 送入 DJ6 排线端子的 20 脚, 可以看出 (试分析) DJ6 排线端子的 20 脚有 4 个输出信号在起作用: 当温度探头开路, 风扇当然也无运转信号输出时, DJ6 排线端子的 20 脚电压为 +5V 和 V- 经温度探头和 DR106 的分压值, 为负压 CPU 报 OH 故障; 温度探头正常 (高温), 风扇不转, DJ6 排线端子的 20 脚电压为 +5V 和 V- 经温度探头和 DR106 的, 约为地电平, CPU 不报 OH 故障。

变频检测电路由四级运算放大器 (DU3) 组成, 第一级是电压跟随器, 输入信号为 +5V 和 V- 经温度探头和 DR106 的分压值, 此分压值随模块散热板温度上升而上升, 当分压点信号上升到地电平以上时, DU3 的 1 脚变为低电平, DQ21 导通, 风扇运转, 加速散热器的热量散发, 随着散热器温度的下降, +5V 和 V- 经温度探头和 DR106 的分压值

回落到地电平以下，DU3 的 1 脚输出状态反转，DQ21 截止，风扇停转，大致的控制过程就是如此。

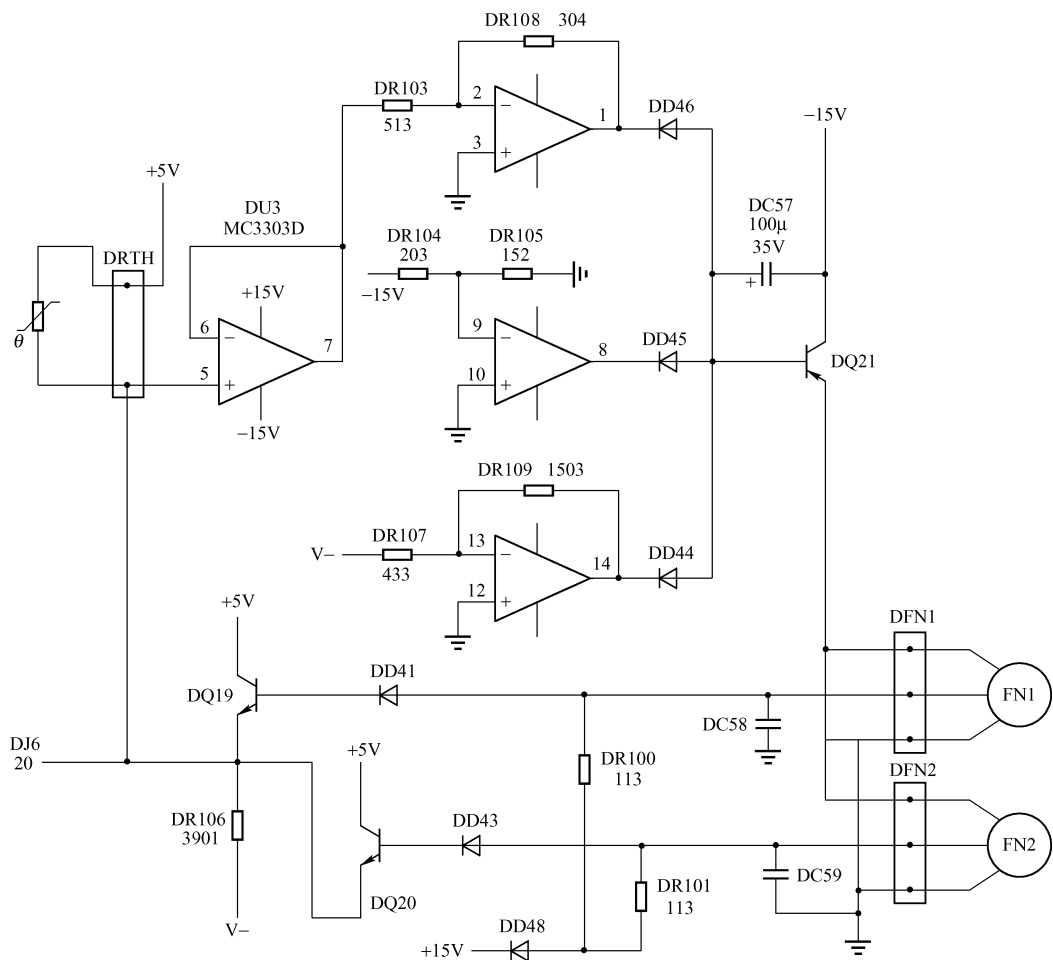


图 2-24 变频器温度检测电路原理

## 2.2.6 变频器上其他元器件的作用

变频器上其他元器件如图 2-1 所示。

### 1. 电容 $C_1$

电容  $C_1$  是吸收电容。整流电路输出的是脉冲的直流电压，必须加以滤波。

### 2. 辅助开关电源的变压器

变压器是一种常见的电气设备，可以用来把某种数值的交变电压变换为同频率的另一数值的交变电压，也可以改变交流电的数值及变换阻抗或改变相位。

### 3. 霍尔

霍尔安装在 UVW 的其中二相，用于检测输出电流值。选用时额定电流约为电动机额定电流的 2 倍左右。

#### 4. 充电电阻

充电电阻的作用是防止开机上电瞬间电容对地短路，烧坏储能电容。开机前电容二端的电压为 0V。所以在上电（开机）的瞬间电容对地为短路状态。如果在整流桥与电解电容之间不加充电电阻，则相当于 380V 电源直接对地短路，瞬间通过整流桥无穷大的电流将导致整流桥炸掉。一般而言变频器的功率越大，充电电阻越小。充电电阻的选择范围一般为  $10 \sim 300\Omega$ 。

#### 5. 储能电容

储能电容也称电解电容，在充电电路中其主要作用是储能和滤波。PN 端的电压工作范围一般在  $430 \sim 700\text{V DC}$  之间，而一般的高压电容都在  $400\text{V DC}$  左右，为了满足耐压需要，必须是两个  $400\text{V DC}$  的电容串连起来作为  $800\text{V DC}$ 。容量选择  $\geq 60\mu\text{F/A}$ 。

#### 6. 均压电阻

均压电阻可以防止由于储能电容电压的不均匀烧坏储能电容；因为两个电解电容不可能做成完全一致，这样每个电容所承受的电压就可能不同，承受电压高的发热严重（电容里面有等效串联电阻）或超过耐压值而损坏。

#### 7. $C_2$ 电容

$C_2$  电容为吸收电容，其主要作用为吸收 IGBT 的过流与过压能量。

IGBT 的关断缓冲吸收电路

为了使 IGBT 关断过电压能得到有效的抑制并减小关断损耗，通常需要给 IGBT 主电路设置关断缓冲吸收电路。IGBT 的关断缓冲吸收电路分为充放电型和放电电阻型。

(1) 充放电型有 RC 吸收和 RCD 吸收 2 种，如图 2-25 所示。RC 吸收电路因电容 C 的充电电流在电阻 R 上产生压降，还会造成过冲电压。RCD 电路因用二极管旁路了电阻上的充电电流，从而克服了过冲电压。

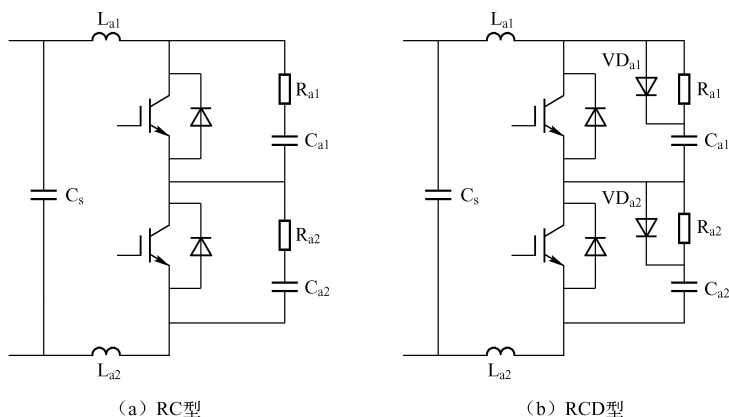


图 2-25 充放电型 IGBT 缓冲吸收电路

(2) 图 2-26 是三种放电电阻型吸收电路。放电电阻型缓冲电路中吸收电容  $C_s$  的放电电压为电源电压，每次关断前， $C_s$  仅将上次关断电压的过冲部分能量回馈给电源，减小了吸收电路的功耗。因电容电压在 IGBT 关断时从电源电压开始上升，它的过电压吸收能力不如 RCD 充放电型。



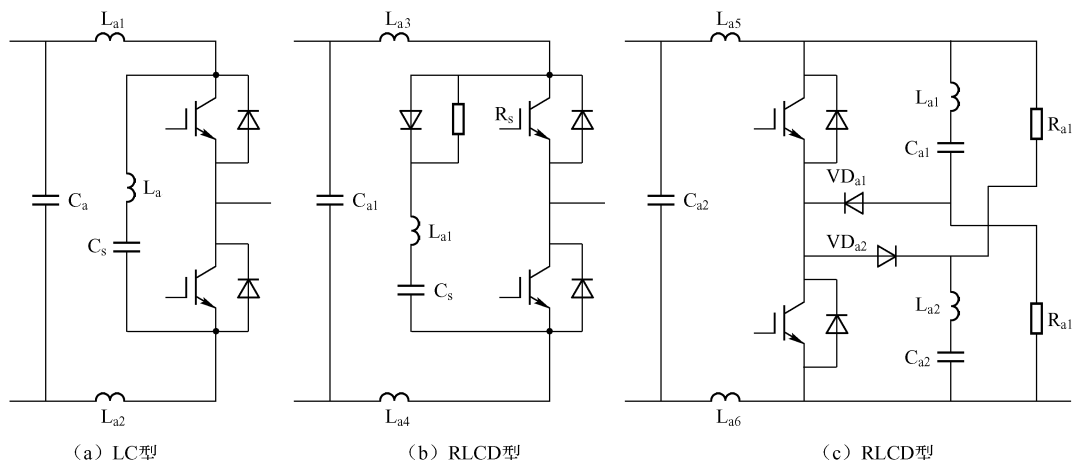


图 2-26 三种放电阻止型吸收电路

从吸收过电压的能力来说，放电阻止型吸收效果稍差，但能量损耗较小。

## 8. 电路板上其他元器件的作用

(1) 压敏电阻有 3 个作用：一过电压保护，二耐雷击要求，三按规测试需要。

(2) 热敏电阻：过热保护。

(3)  $VT_1 \sim VT_6$  是续流二极管：作用是在电动机制动过程中为再生电流返回直流电提供通道，并为逆变管  $T_1 \sim T_6$  在交替导通和截止换相过程中，提供通道。

## 2.3 变频器使用电子元器件进行识别和测量

### 2.3.1 二极管知识介绍

半导体二极管由一个 PN 结，再加上电极、引线，封装而成，其外形如图 2-27 所示。



图 2-27 二极管外形

#### 1. PN 结及其单向导电性

不含杂质且具有完整晶体结构的半导体称为本征半导体。本征半导体的载流子数量太少，不能直接用来制造半导体器件。为了提高半导体的导电能力，需在本征半导体中掺入适量的杂质元素，如磷、硼、砷、镉等，成为杂质半导体。在本征半导体中掺入五价（磷）元素后为 N 型半导体；在本征半导体中掺入三价（硼）元素后为 P 型半导体。



利用掺杂质的方法,可以使一块半导体的一部分成为 P 型半导体,而另一部分成为 N 型半导体,它们的交界面就形成一个具有特殊性质的区域,称为 PN 结,如图 2-28 所示。

若 PN 结两端外加电压极性为: P 区接正极性端, N 区接负极性端,称为外加正向电压或正向偏置。此时正向电流较大,PN 结呈现很低的电阻,处于正向导通状态,如图 2-29 所示。

若 PN 结两端外加电压极性为: P 区接负极性端, N 区接正极性端,称为外加反向电压或反向偏置。此时反向电流很小,PN 结呈现高电阻特性,基本不导电,处于反向截止状态,如图 2-30 所示。

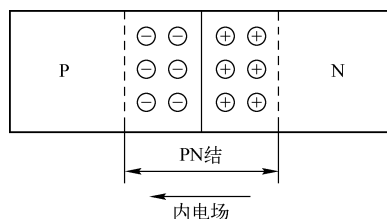


图 2-28 PN 结的形成

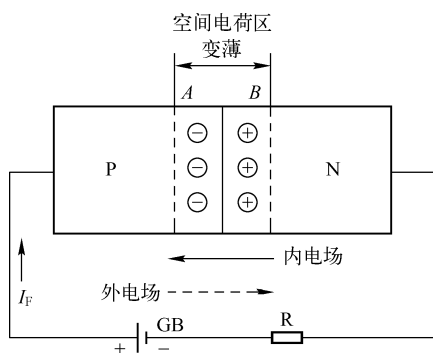


图 2-29 PN 结外加正向电压

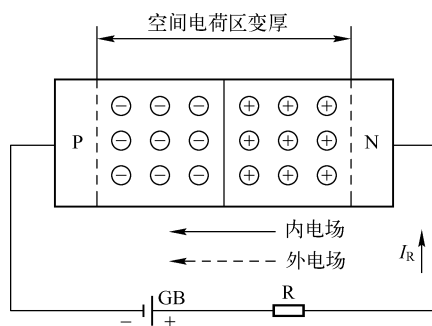


图 2-30 PN 结外加反向电压

## 2. 二极管的结构及符号

半导体二极管的主要构成部分就是一个 PN 结。在一个 PN 结两端接上相应的电极引线,外面用金属(或玻璃、塑料)管壳封装起来,就成为一个半导体二极管。从 P 端引出的电极称为阳极,从 N 端引出的电极称为阴极。

按照内部结构的不同,二极管可以分为点接触型和面接触型两种。点接触型二极管的 PN 结面积很小,因而极间电容很小,适用于高频工作,但不能通过较大电流。因此,它主要用于高频检波、脉冲数字电路,也可用于小电流整流电路。面接触型二极管的 PN 结

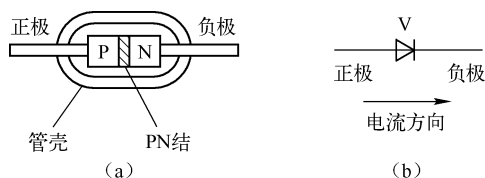


图 2-31 二极管的结构及符号

面积大,因而极间电容也大,一般用于整流电路,而不宜用于高频电路中。

按材料不同二极管分为硅管和锗管,其中硅管使用最多。

二极管的结构及符号如图 2-31 所示。

## 3. 二极管的主要参数

二极管的参数是表征二极管的性能及其适用范围的数据,是选择和使用二极管的重要参考依据。二极管的参数主要有以下几个。

### ① 最大整流电流 $I_{FM}$

$I_{FM}$ 是指二极管长期工作时允许通过的最大正向电流平均值。实际应用时,通过二极管的正向平均电流不允许超过此值,以免二极管过热烧坏。

## ② 最高反向工作电压 $U_{RM}$

这是保证二极管不被击穿所允许的最高反向工作电压。使用时，二极管上的实际反向电压峰值不能超过此值，以免二极管击穿损坏。

## ③ 最大反向电流 $I_{RM}$

它是二极管加最高反向工作电压时的反向电流。此值越小，二极管的单向导电性能越好。

## ④ 最高工作频率 $F_M$

由于 PN 结存在结电容，高频电流很容易从结电容通过，从而失去单向导电性。因此，规定二极管有一个最高工作频率。

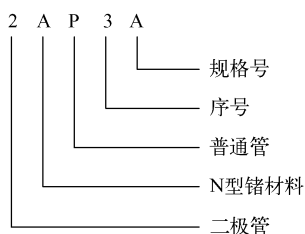
## 4. 二极管的型号与规格

二极管的型号由 5 部分组成，其符号命名方法如表 2-1 所示。

表 2-1 二极管的型号

第 1 部分		第 2 部分		第 3 部分				第 4 部分	第 5 部分
用数字表示器件的电极数目		用拼音字母表示器件的材料和极性		用汉语拼音字母表示器件的类型					
符号	意义	符号	意义	符号	意义	符号	意义		
2	二极管	A	N 型锗材料	P	普通管	C	参量管	用数字表示器件的序号	用汉语拼音字母表示规格号
		B	P 型锗材料	Z	整流管	U	光电器件		
		C	N 型硅材料	W	稳压管	N	阻尼管		
		D	P 型硅材料	K	开关管	BT	半导体特殊器件		
		E	化合物	L	整流管				

一个二极管的示例如下：



## 5. 二极管的好坏判断

(1) 直观判断：有的将电路符号印在二极管上标示出极性；有的在二极管负极一端印上一道色环作为负极标记；有的二极管两端形状不同，平头为正极、圆头为负极。使用中应注意识别，带有符号按符号识别。晶体二极管可用万用表进行引脚识别和检测。万用表置于“ $R \times 1k\Omega$ ”挡，两表笔分别接到二极管的两端，如果测得的电阻值较小，则为二极管的正向电阻，这时与黑表笔（即表内电池正极）相连的是二极管正极，与红表笔（即表内电池负极）相连接的是二极管负极。

(2) 好坏判断：如果测得的电阻值很大，则为二极管的反向电阻，这时与黑表笔相接的是二极管负极，与红表笔相接的是二极管正极。二极管的正、反向电阻应相差很大，且反向电阻接近于无穷大。如果某二极管正、反向电阻均为无穷大，说明该二极管内部断路损坏；如果正、反向电阻均为 0。说明该二极管已被击穿短路；如果正、反向电阻相差不大，说明该二极管质量太差，不宜使用。

### 2.3.2 三极管知识介绍

常用三极管的外形如图 2-32 所示。

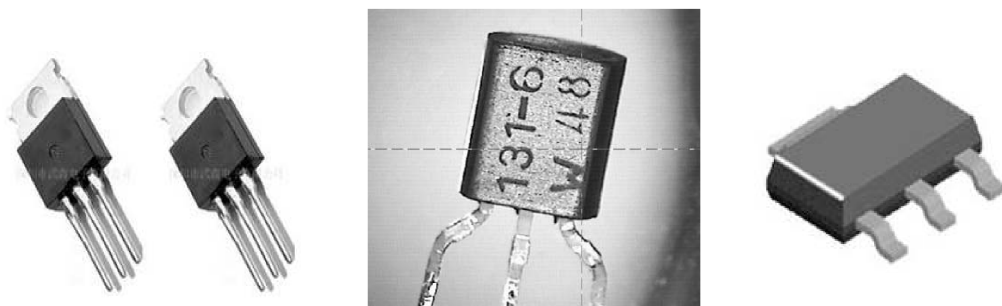


图 2-32 三极管外形

#### 1. 三极管的结构及符号

三极管的种类虽然很多，但是它们的结构基本相同，都是通过一定的工艺在一块半导体基片上制成两个 PN 结，再引出三个电极，然后用管壳封装而成。因此，它是一种具有两个 PN 结、三个电极的半导体器件。

根据结构不同，可分为两种类型：NPN 型和 PNP 型。三极管的结构如图 2-33 (a) 所示，NPN 型或者 PNP 型管的三层半导体形成三个不同的导电区。三极管的文字符号为 V，图形符号如图 2-33 (b) 所示。两种类型符号的区别在于发射极的箭头方向不同，箭头的方向就是发射结正向偏置时电流的方向。

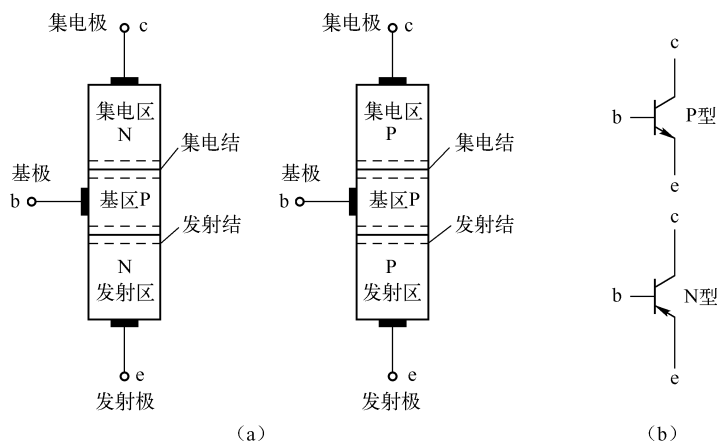


图 2-33 三极管的结构及符号

三极管按用途分为：低频小功率管、低频大功率管、高频小功率管、高频大功率管、开关管等。

#### 2. 三极管的电流放大作用

三极管的主要特点是具有电流放大作用。为了实现电流放大，必须外接直流电源，使发射结正偏，集电结反偏。在图 2-34 所示的放大电路中，基极电源  $U_m$  使发射结正偏，

电源  $U_{CC}$ ：使集电结反偏。 $R_b$  为基极电阻， $R_c$  为集电极电阻。 $I_b$  为基极电流， $I_c$  为集电极电流， $I_e$  为发射极电流。由于发射极为公共端，所以称为共发射极放大电路。

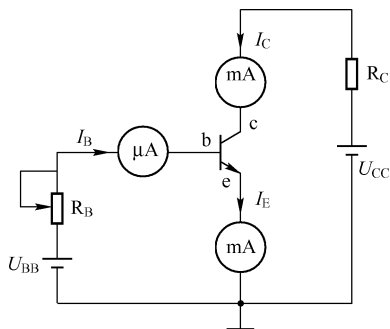


图 2-34 三极管的电流放大作用

每次调节  $R_B$ ，可得到相对应的  $I_B$ 、 $I_C$ 、 $I_E$  的测量值，

从上述实验可得出如下结论：

(1) 三极管的发射极电流  $I_E$ 。

发射极电流  $I_E$  等于集电极电流  $I_C$  与基极电流  $I_B$  之和，即： $I_E = I_B + I_C$ 。由于  $I_C \gg I_B$ ，故  $I_C \approx I_E$ 。

(2) 三极管具有电流放大作用。

由表 2-2 可见，很小的基极电流  $I_B$  能产生较大的集电极电流  $I_C$ ，这就是三极管的电流放大作用。 $I_C$  与  $I_B$  的比值称为共发射极直流电流放大系数，用  $\bar{\beta}$  表示，即

表 2-2 三极管中的  $I_B$ 、 $I_C$ 、 $I_E$

$I_B$ ( $\mu A$ )	0	10	20	30	40	50	60
$I_C$ (mA)	0.001	0.43	0.88	1.33	1.78	2.22	2.66
$I_E$ (mA)	0.001	0.44	0.90	1.36	1.82	2.27	2.72

$$\bar{\beta} = \frac{I_C}{I_B}$$

从表 2-2 还可以看出，基极电流有很小的变化 ( $\Delta I_B$ ) 时，集电极电流有较大的变化 ( $\Delta I_C$ )， $\Delta I_C$  与  $\Delta I_B$  的比值称为共发射极交流电流放大系数，用  $\beta$  表示，即：

$$\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$$

(3) 三极管各极电流、电压之间的关系。各电极电流关系为  $I_E = I_C + I_B$ ，又由于  $I_B$  很小可忽略不计，则  $I_E \approx I_C$ ，各极电压关系为 b 极电压与 e 极电压变化相同，即  $U_B \uparrow$ 、 $U_E \uparrow$ 、而 b 与 e 关系相反，即  $U_B \uparrow$ 、 $U_C \downarrow$ 。

### 3. 三极管特性曲线

表示三极管各极电流与极间电压关系的特性，称为三极管的特性曲线。可分为输入特性曲线和输出特性曲线两种。

#### 1) 输入特性曲线

输入特性曲线是指  $U_{CE}$  一定时，输入回路中基极电流  $I_B$  与基极、发射极间电压  $U_{BE}$  的

关系曲线。由于发射结正偏，所以输入特性曲线与二极管正向特性相似，如图 2-35 所示。 $U_{BE}$  大于死区电压后，三极管才导通，形成基极电流  $I_B$ ，这时三极管的  $U_{BE}$  变化不大，一般硅管约为 0.7V，锗管约为 0.3V。

## 2) 输出特性曲线

输出特性曲线是指  $I_B$  定时，输出回路中集电极电流  $I_C$  与集、射极间电压  $U_{CE}$  的关系曲线，如图 2-36 所示。

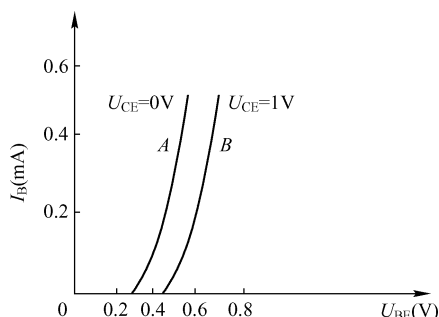


图 2-35 3DG130C 型输入特性曲线

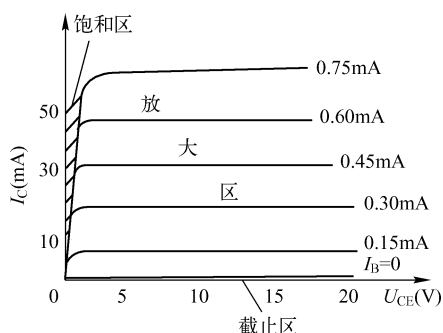


图 2-36 三极管的输出特性曲线

三极管有三种工作状态，在输出特性曲线上分为三个区域：

(1) 放大区。工作放大区的条件为：发射结正偏，集电结反偏。放大区的特点是  $I_C$  受  $I_B$  的控制，即  $I_C = \beta I_B$ ，有电流放大作用。 $I_C$  与  $U_{CE}$  几乎无关。

(2) 截止区。工作截止区的条件为：发射结反偏或零偏，集电结反偏。截止区时通过集电极的电流极小，即  $I_C = 0$ 。这时的晶体管相当于一个断开的开关。

(3) 饱和区。工作饱和区的条件为：发射结和集电结都正偏。饱和区内  $I_C$  不受  $I_B$  的控制。饱和电压（用  $U_{CE0}$  表示）很小，小功率硅管约为 0.3V，锗管约为 0.1V，这时三极管相当于一个闭合的开关。

三极管做放大使用时，工作在放大区；三极管做开关使用时，工作在截止区或饱和区。

## 4. 三极管的主要参数

### 1) 集电极最大耗散功率 $P_{CM}$

晶体管在工作时，集电结要承受较大的反向电压和通过较大的电流，因消耗功率而发热。当集电结所消耗的功率（集电极电流与集电极电压的乘积）无穷大时，就会产生高温而烧坏三极管。一般锗管的 PN 结最高结温约为 75~100℃，硅管的最高结温约为 100~150℃。因此，规定晶体管集电极温度升高到不致于将集电结烧毁所消耗的功率为集电极最大耗散功率  $P_{CM}$ 。放大电路不同，对  $P_{CM}$  的要求也不同。使用晶体管时，不能超过这个极限值。

### 2) 共发射极电流放大系数 $\beta$

晶体管的基极电流  $I_B$  微小的变化能引起集电极电流  $I_C$  较大的变化，这就是晶体管的放大作用。由于  $I_B$  和  $I_C$  都以发射极作为共用电极，所以把这两个变化量的比值，叫做共发射极电流放大系数，用  $\beta$  或  $h_{FE}$  表示。即： $\beta = \Delta I_C / \Delta I_B$ 。式中“ $\Delta$ ”表示微小变化时，

是指变化后的量与变化前的量的差值，即增加或减少的数量。常用的中小功率晶体管， $\beta$  值约在 20~250 之间。 $\beta$  值的大小应根据电路上的要求来选择，不要过分追求放大量， $\beta$  值过大的管子，往往其线性和工作稳定性都较差。

### 3) 穿透电流 ( $I_{CEO}$ )

$I_{CEO}$  是指基极开路，集电极与发射极之间加上规定的反向电压时，流过集电极的电流。穿透电流也是衡量管子质量的一个重要标准。它对温度更为敏感，直接影响电路的温度稳定性，在室温下，小功率硅管的  $I_{CEO}$  为几十  $\mu A$ ，锗管约为几百  $\mu A$ 。 $I_{CEO}$  大的管子，热稳定性能较差，寿命也短。

### 4) 集电极最大允许电流 ( $I_{CM}$ )

集电极电流大到晶体管所能允许的极限值时，叫做集电极的最大允许电流，用  $I_{CM}$  表示。使用晶体管时，集电极电流不能超过  $I_{CM}$  值，否则，会引起晶体管性能变差甚至损坏。

### 5) 集电极和基极击穿电压 ( $BV_{CBO}$ )

指发射极开路时，集电极的反向击穿电压。在使用中，加在集电极和基极间的反向电压不应超过  $BV_{CBO}$ 。

### 6) 发射极和基极反向击穿电压 ( $BV_{EBO}$ )

指集电极开路时，发射结的反向击穿电压。虽然通常发射结加有正向电压，但当有大信号输入时，在负半周峰值时，发射结可能承受反向电压，该电压应远小于  $BV_{EBO}$ ，否则易使晶体管损坏。

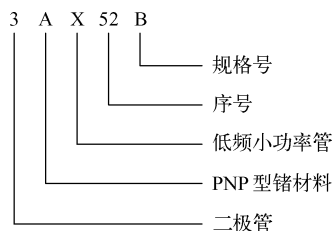
## 5. 三极管的型号

我国国家标准规定的三极管的型号如表 2-3 所示。

表 2-3 三极管的型号

第 1 部分		第 2 部分		第 3 部分		第 4 部分	第 5 部分
用数字表示器件的电极数目		用拼音字母表示器件的材料和极性		用汉语拼音字母表示器件的类型		用数字表示器件的序号	用汉语拼音字母表示规格号
符号	意义	符号	意义	符号	意义		
3	三极管	A B C D	PNP 型锗材料 NPN 型锗材料 PNP 型硅材料 NPN 型硅材料	X G D A U K CS	低频小功率管 高频小功率管 低频大功率管 高频大功率管 光电器件 开关管 场效应管		

三极管的具体示例如下：



## 6. 判断三极管的好坏

### (1) 电极的判定。

① 判定基极，并区分 NPN、PNP 管的方法。先假设一个极为基极，用万用表  $R \times 1\Omega - R \times 100\Omega$  挡，黑笔接假设基极，红笔分别测量另两个电极。如果表针均摆动，说明假设正确（如一次动一次不动，则不正确，应再次假定一个基极）。此时黑笔所接为 NPN 管基极。如表针均不动，假定也正确，说明黑笔所接为 PNP 基极。用此法也即可区分 PNP、NPN 管子。

② 判别集电极和发射极引脚的方法。设为 NPN 管，在找出 B 极之后，要分清另两个引脚。方法是：红、黑表棒分别接除 B 引脚之外的两根引脚，然后用手捏住基极和黑表棒所接引脚，此时若表针向右偏转一个角度（阻值变小），则说明黑表棒所接引脚为集电极，另一个红表棒所接引脚为发射极。如不摆动，对换表笔再次测量即可。测 PNP 时相反，即黑笔为 e 极，红笔为 c 极，手捏的为 bc 极。

快速识别窍门：由于现在的晶体管多数为硅管，可采用  $R \times 10K$  挡（万用表内电池为 15V），红、黑表笔直接测 ce 极，正反两次，其中有一次表针摆动（几百 K 左右）。如两次均摆动，以摆动大的一次为准。NPN 管为红笔所接 c 极，黑笔所接为 e 极。PNP 管红笔接 e 极，黑笔接 c 极（注意：此法只适用于硅管，与上述方法相反，另外此法也是区分光电耦合器中 c、e 极的最好方法）。

### (2) 好坏判断。

用万用表  $R \times 100$  挡测各极间的正、反向电阻来判别管子好坏。

① c、e 间的正向电阻（即 NPN 管黑表笔接 b，红表笔分别接 c、e 两极；PNP 型管应对调表笔），对于硅管来讲约几千欧姆，而锗管则为几百欧，电阻过大说明管子性能不好；无穷大说明管子内部断路；零欧姆说明管子内部短路。

② e 与 c 之间的电阻，硅管几乎是无穷大；小功率锗管在几十千欧以上；大功率锗管在几百欧以上。如果测得电阻为  $0\Omega$ ，说明管子内部短路。在测量管子的反向电阻或 e 与 c 间的电阻时，如果随测量时间的延长，电阻慢慢减小，说明管子的性能不稳定。

③ b、c 间的反向电阻，硅管接近无穷大，锗管在几百千欧以上。如果测量阻值太小，表明管性能不好； $0\Omega$  管子内部短路。

## 2.3.3 三端稳压器的介绍

三端稳压器：由输入、输出和接地 3 个外接端口组成，具有一定负载能力并能稳定输出的直流电压调节器，如图 2-37 所示。

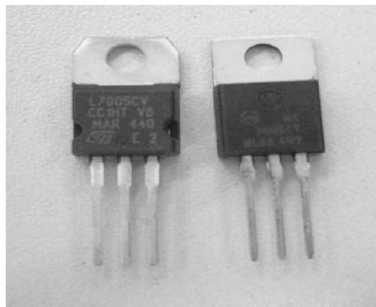


图 2-37 三端稳压器外形



三端稳压器 78×× 系列稳压器的外形及典型应用电路如图 2-38 所示。

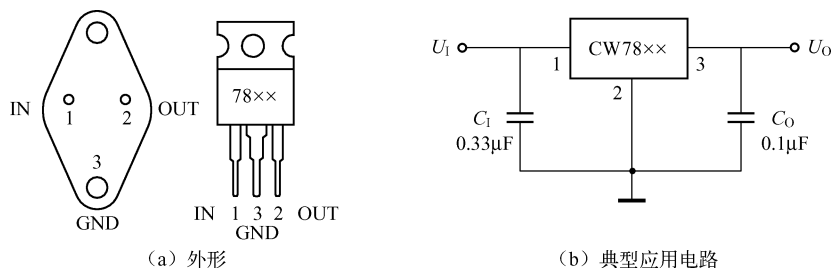


图 2-38 78×× 系列稳压器的外形及典型应用电路

其中，引脚 1 为电压输入端，接在整流滤波环节后；引脚 3 为输出端，接负载。当输入端远离整流滤波电路时需外接电容  $C_1$ ，用以减小波纹电压； $C_2$  用以改善负载的瞬态响应。

## 2.3.4 电阻和电容知识介绍

### 1. 电阻

作为电路中最常用的器件，电阻器通常简称为电阻（以下简称为电阻）。电阻几乎是任何一个电子线路中不可缺少的器件，顾名思义，电阻的作用是阻碍电子的运动。在电路中主要的作用是：缓冲、负载、分压分流、保护等。常用电阻外形如图 2-39 所示。



图 2-39 电阻外形

电阻器的特性：电阻为线性元件，即电阻两端电压与流过电阻的电流成正比，通过这段导体的电流强度与这段导体的电阻成反比。即欧姆定律： $I=U/R$ 。

电阻的作用为分流、限流、分压、偏置、滤波（与电容器组合使用）和阻抗匹配等。

电阻器在电路用“R”加数字表示，如：R15 表示编号为 15 的电阻器。

电阻器在电路中的参数标注方法有 3 种，即直标法、色标法和数标法。

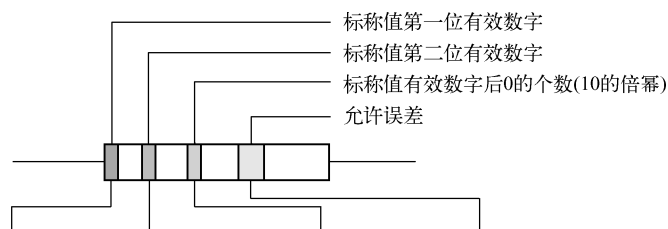
直标法是将电阻器的标称值用数字和文字符号直接标在电阻体上，其允许偏差则用百分数表示，未标偏差值的即为  $\pm 20\%$ 。

数码标示法主要用于贴片等小体积电路，在三位数码中，从左至右第一、二位数表示有效数字，第三位表示 10 的倍幂或者用 R 表示（R 表示 0）。如：472 表示  $47 \times 10^2 \Omega$ （即  $4.7k\Omega$ ）；104 则表示  $100k\Omega$ ；R22 表示  $0.22\Omega$ ；122 =  $1200\Omega = 1.2k\Omega$ ；1402 =  $14000\Omega = 14k\Omega$ ；R22 =  $0.22\Omega$ ；50C =  $324 \times 100 = 32.4k\Omega$ ；17R8 =  $17.8\Omega$ ；000 =  $0\Omega$ ；0 =  $0\Omega$ 。

色环标注法使用最多，普通的色环电阻器用 4 环表示，精密电阻器用 5 环表示，紧靠电阻体一端的色环为第一环，露着电阻体本色较多的另一端为末环。现举例如下，如果色



环电阻器用四环表示，前面两位数字是有效数字，第三位是 10 的倍幂，第四环是色环电阻器的误差范围，如图 2-40 所示。



颜色	第一位有效值	第二位有效值	倍率	允许偏差
黑	0	0	$10^0$	
棕	1	1	$10^1$	$\pm 10\%$
红	2	2	$10^2$	$\pm 2\%$
橙	3	3	$10^3$	
黄	4	4	$10^4$	
绿	5	5	$10^5$	$\pm 0.5\%$
蓝	6	6	$10^6$	$\pm 0.25\%$
紫	7	7	$10^7$	$\pm 0.1\%$
灰	8	8	$10^8$	
白	9	9	$10^9$	$-20\% \sim +50\%$
金			$10^{-1}$	$\pm 5\%$
银			$10^{-2}$	$\pm 10\%$
无色				$\pm 20\%$

图 2-40 四色环电阻器（普通电阻）

电阻器好坏的检测：

① 用指针万用表判定电阻的好坏：首先选择测量挡位，再将倍率挡旋钮置于适当的挡位，一般  $100\Omega$  以下电阻器可选  $R \times 1\Omega$  挡， $100\Omega \sim 1k\Omega$  的电阻器可选  $R \times 10\Omega$  挡， $1 \sim 10k\Omega$  电阻器可选  $R \times 100\Omega$  挡， $10 \sim 100k\Omega$  的电阻器可选  $R \times 1k\Omega$  挡， $100k\Omega$  以上的电阻器可选  $R \times 10k\Omega$  挡。

② 测量挡位选择确定后，对万用表电阻挡为进行校 0，校 0 的方法是：将万用表两表笔金属棒短接，观察指针有无到 0 的位置，如果不在 0 位置，调整调零旋钮表针指向电阻刻度的 0 位置。

③ 接着将万用表的两表笔分别和电阻器的两端相接，表针应指在相应的阻值刻度上，如果表针不动和指示不稳定或指示值与电阻器上的标示值相差很大，则说明该电阻器已损坏。

④ 用数字万用表判定电阻的好坏：首先将万用表的挡位旋钮调到欧姆挡的适当挡位，一般  $200\Omega$  以下电阻器可选  $200\Omega$  挡， $200\Omega \sim 2k\Omega$  电阻器可选  $2k\Omega$  挡， $2 \sim 20k\Omega$  可选  $20k\Omega$  挡， $20 \sim 200k\Omega$  的电阻器可选  $200k\Omega$  挡， $200k\Omega \sim 200M\Omega$  的电阻器选择  $2M\Omega$  挡。 $2 \sim 20M\Omega$  的电阻器选择  $20M\Omega$  挡， $20M\Omega$  以上的电阻器选择  $200M\Omega$  挡。

## 2. 电容

电容也是最常用、最基本的电子元件之一。在电路中用于调谐、滤波、耦合、旁路、能量转换和延时等。其外形如图 2-41 所示。



图 2-41 电容外形

### (1) 电容的参数识别和选用。

主要参数是容量和耐压值。常用的容量单位有  $\mu\text{F}$  ( $10^{-6}\text{F}$ )、 $\text{nF}$  ( $10^{-9}\text{F}$ ) 和  $\text{pF}$  ( $10^{-12}\text{F}$ )，标注方法与电阻相同，当标注中省略单位时，默认单位应为  $\text{pF}$ 。电容的选用应考虑使用频率、耐压。电解电容还应注意极性，使+极接到直流高电位，同时还应考虑使用温度。

### (2) 电解电容。

电解电容容量大、体积小，耐压高（但耐压越高，体积也就越大），一般在  $500\text{V}$  以下。常用于交流旁路和滤波。缺点是容量误差大，且随频率而变动，绝缘电阻低。电解电容有正、负极之分（外壳为负端，另一接头为正端）。一般，电容器外壳上都标有“+”、“-”“+”“-”记号，如无标记则引线长的为正极，引线短的为负极，使用时必须注意不要接反，若接反，电解作用会反向进行，氧化膜很快会变薄，漏电流急剧增加，如果所加的直流电压过大，则电容器很快发热，甚至会引起爆炸。

### (3) 电容检测。

检测  $10\text{pF}$  以下的小电容，因  $10\text{pF}$  以下的固定电容器容量太小，用万用表进行测量只能定性地检查其是否有漏电，内部短路或击穿现象。测量时，可选用万用表  $R \times 10\text{k}$  挡，用两表笔分别任意接电容的两个引脚，阻值应为无穷大。若测出阻值（指针向右摆动）为零，则说明电容漏电损坏或内部击穿。

检测  $10\text{pF} \sim 0.01\mu\text{F}$  固定电容器是否有充电现象，进而判断其好坏。万用表选用  $R \times 1\text{k}$  挡。两只三极管的  $\beta$  值均为 100 以上，且穿透电流要小些。可选用 3DG6 等型号硅三极管组成的复合管。万用表的红和黑表笔分别与复合管的发射极 e 和集电极 c 相接。由于复合三极管的放大作用，把被测电容的充放电过程予以放大，使万用表指针摆动幅度加大，从而便于观察。应注意的是：在测试操作时，特别是在测较小容量的电容时，要反复调换被测电容引脚接触 A、B 两点，才能明显地看到万用表指针的摆动。

对于  $0.01\mu\text{F}$  以上的固定电容，可用万用表的  $R \times 10\text{k}$  挡直接测试电容器有无充电过程以及有无内部短路或漏电，并可根据指针向右摆动的幅度大小估计出电容器的容量。

#### (4) 电解电容器的检测。

因为电解电容的容量较一般固定电容大得多,所以,测量时,应针对不同容量选用合适的量程。根据经验,一般情况下,  $1\sim 47\mu\text{F}$  间的电容,可用  $R\times 1\text{k}$  挡测量,大于  $47\mu\text{F}$  的电容可用  $R\times 100\Omega$  挡测量。

将万用表红表笔接负极,黑表笔接正极,在刚接触的瞬间,万用表指针即向右偏转较大偏度(对于同一电阻挡,容量越大,摆幅越大),接着逐渐向左回转,直到停在某一位置。此时的阻值便是电解电容的正向漏电阻,此值略大于反向漏电阻。实际使用经验表明,电解电容的漏电阻一般应在几百千欧姆以上,否则,将不能正常工作。在测试中,若正向、反向均无充电的现象,即表针不动,则说明容量消失或内部断路;如果所测阻值很小或为零,说明电容漏电大或已击穿损坏,不能再使用。

对于正、负极标识不明的电解电容器,可利用上述测量漏电阻的方法加以判别。即先任意测一下漏电阻,记住其大小,然后交换表笔再测出一个阻值。两次测量中阻值大的那一次便是正向接法,即黑表笔接的是正极,红表笔接的是负极。

使用万用表电阻挡,采用给电解电容进行正、反向充电的方法,根据指针向右摆动幅度的大小,可估测出电解电容的容量。

#### (5) 可变电容器的检测。

用手轻轻旋动转轴,应感觉十分平滑,不应感觉时松时紧甚至有卡滞现象。将载轴向前、后、上、下、左、右等各个方向推动时,转轴不应有松动的现象。

用一只手旋动转轴,另一只手轻摸动片组的外缘,不应感觉有任何松脱现象。转轴与动片之间接触不良的可变电容器是不能再继续使用的。

将万用表置于  $R\times 10\text{k}$  挡,一只手将两个表笔分别接可变电容器的动片和定片的引出端,另一只手将转轴缓缓旋动几个来回,万用表指针都应在无穷大位置不动。在旋动转轴的过程中,如果指针有时指向零,说明动片和定片之间存在短路点;如果碰到某一角度,万用表读数不为无穷大而是出现一定阻值,说明可变电容器动片与定片之间存在漏电现象。

### 2.3.5 液晶、热电偶传感器、继电器知识介绍

液晶、热电偶传感器、继电器的外形如图 2-42 所示。



图 2-42 液晶、热电偶传感器、继电器的外形

液晶是一种几乎完全透明的物质,同时呈现固体与液体的某些特征。从形状和外观看都是一种液体,但它的水晶式分子结构又表现出固体的形态。光线穿透液晶的路径由构成它的分子排列决定,这是固体的一种特征。到 20 世纪 60 年代,人们利用液晶处理后改变

光线的传输方向的特性实现显示信息，从而得到了广泛的应用。而在现代变频器中作为人机对话的显示器件。其外形如图 2-42 (a) 所示。

热电偶传感器一种电阻值随其阻体温度变化呈显著变化的负温度系数的热敏感半导体电阻器。其外形如图 2-42 (b) 所示。

电磁继电器：利用输入电路内电流在电磁铁铁心与衔铁间产生的吸力作用而工作的一种电气继电器。其外形如图 2-42 (c) 所示。

### 2.3.6 电感器、变压器、压敏电阻、接插件

变压器、压敏电阻、接插件外形如图 2-43 所示。

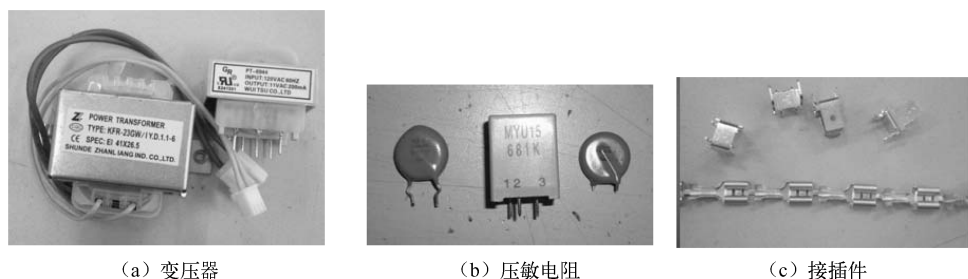


图 2-43 变压器、压敏电阻、接插件的外形

#### 1. 电感器、变压器、压敏电阻、接插件介绍

##### (1) 电感器。

电感在电路中常用“L”加数字表示，如：L6 表示编号为 6 的电感。电感线圈是将绝缘导线在绝缘骨架上缠绕一定的圈数制成的。直流电流可通过线圈，直流电阻就是导线本身的电阻，压降很小；当交流信号通过线圈时，线圈两端将会产生自感电动势，自感电动势的方向与外加电压的方向相反，阻碍交流的通过，所以电感的特性是通直流阻交流，频率越高，线圈阻抗越大。电感在电路中可与电容组成振荡电路。电感一般有直标法和色标法，色标法与电阻类似，如：棕、黑、金。金表示  $1\mu\text{H}$ （误差 5%）的电感。

##### (2) 变压器。

变压器是利用电磁感应原理来改变交流电压的装置，主要构件是初级线圈、次级线圈和铁心，主要功能是电压变换，其外形如图 2-43 (a) 所示。

##### (3) 压敏电阻。

压敏电阻是一种以氧化锌为主体，添加多种金属氧化物，经典型的电子陶瓷工艺制成的多晶半导体陶瓷元件。因为其特有的非线性电导性及通流容量大，限制电压低，响应速度快、无极性、电压温度系数低等特点，在变频器中起到免受瞬间电涌电压损害的作用。其外形如图 2-43 (b) 所示压敏电阻与被保护的电器或元器件并联。当电路中未出现电涌电压时，压敏电阻工作在预击穿区，压敏电阻为高阻，不影响被保护设备正常运行；当电路中出现电涌电压时，由于压敏电阻器响应速度很快，它以纳秒级时间迅速导通。

##### (4) 接插件。

接插件其接触件用于与插入式元器件的插脚进行电器连接。其外形如图 2-43 (c) 所示。

## 2. 电感器、变压器的检测

(1) 色码电感器的检测：将万用表置于  $R \times 1$  挡，红、黑表笔各接色码电感器的任一引出端，此时指针应向右摆动。根据测出的电阻值大小，可具体分下述 3 种情况进行鉴别：

- 被测色码电感器电阻值为零，其内部有短路性故障。
- 被测色码电感器直流电阻值的大小与绕制电感器线圈所用的漆包线径、绕制圈数有直接关系，只要能测出电阻值，则可认为被测色码电感器是正常的。
- 中周变压器的检测。

将万用表拨至  $R \times 1$  挡，按照中周变压器的各绕组引脚排列规律，逐一检查各绕组的通断情况，进而判断其是否正常。

检测绝缘性能。将万用表置于  $R \times 10k$  挡，做如下几种状态测试：

- 初级绕组与次级绕组之间的电阻值；
- 初级绕组与外壳之间的电阻值；
- 次级绕组与外壳之间的电阻值。

上述测试结果会出现三种情况：

- 阻值为无穷大：正常；
- 阻值为零：有短路性故障；
- 阻值小于无穷大，但大于零：有漏电性故障。

### 电源变压器的检测

通过观察变压器的外观来检查其是否有明显异常现象。如线圈引线是否断裂、脱焊，绝缘材料是否有烧焦痕迹，铁心紧固螺杆是否有松动，硅钢片有无锈蚀，绕组线圈是否有外露等。

(2) 绝缘性测试。用万用表  $R \times 10k$  挡分别测量铁心与初级，初级与各次级、铁心与各次级、静电屏蔽层与各次级、次级各绕组间的电阻值，万用表指针均应指在无穷大位置不动。否则，说明变压器绝缘性能不良。

(3) 线圈通断的检测。将万用表置于  $R \times 1$  挡，测试中，若某个绕组的电阻值为无穷大，则说明此绕组有断路性故障。

(4) 判别初、次级线圈。电源变压器初级引脚和次级引脚一般都是分别从两侧引出的，并且初级绕组多标有 220V 字样，次级绕组则标出额定电压值，如 15V、24V、35V 等。再根据这些标记进行识别。

(5) 空载电流的检测。

直接测量法。将次级所有绕组全部开路，把万用表置于交流电流挡 500mA，串入初级绕组。当初级绕组的插头插入 220V 交流电时，万用表所指示的便是空载电流值。此值不应大于变压器满载电流的 10%~20%。一般常见电子设备电源变压器的正常空载电流应在 100mA 左右。如果超出太多，则说明变压器有短路性故障。

间接测量法。在变压器的初级绕组中串联一个 10/5W 的电阻，次级仍全部空载。把万用表拨至交流电压挡。加电后，用两表笔测出电阻 R 两端的电压降  $U$ ，然后用欧姆定律算出空载电流  $I_{\text{空}}$ ，即  $I_{\text{空}} = U/R$ 。F 空载电压的检测。将电源变压器的初级接 220V 市

电，用万用表交流电压依次测出各绕组的空载电压值（ $U_{21}$ 、 $U_{22}$ 、 $U_{23}$ 、 $U_{24}$ ）应符合要求，允许误差范围一般为：高压绕组 $\leq \pm 10\%$ ，低压绕组 $\leq \pm 5\%$ ，带中心抽头的两组对称绕组的电压差应 $\leq \pm 2\%$ 。

（6）检测判别各绕组的同名端。在使用电源变压器时，有时为了得到所需的次级电压，可将两个或多个次级绕组串联起来使用。采用串联法使用电源变压器时，参加串联的各绕组的同名端必须正确连接，不能搞错。否则，变压器不能正常工作。电源变压器发生短路性故障后的主要症状是发热严重和次级绕组输出电压失常。通常，线圈内部匝间短路点越多，短路电流就越大，而变压器发热就越严重。检测判断电源变压器是否有短路性故障的简单方法是测量空载电流（测试方法前面已经介绍）。存在短路故障的变压器，其空载电流值将远大于满载电流的  $10\%$ 。当短路严重时，变压器在空载加电后几十秒之内便会迅速发热，用手触摸铁心会有烫手的感觉。此时不用测量空载电流便可断定变压器有短路点存在。

### 2.3.7 绝缘栅双极型晶体管（IGBT）

绝缘栅双极型晶体管（简称 IGBT）是由单极型 MOS 管和双极型 GTR 复合而成的新型功率器件。它既具有单极型 MOS 管的输入阻抗高、开关速度快的优点，又具有双极型电力晶体管的电流密度高、导通压降低的优点。常用的 GTR、电力 MOSFET 和 IGBT 等器件如图 2-44 所示。IGBT 的结构及图形符号如图 2-45（a）、（b）所示。



图 2-44 常用的 GTR、电力 MOSFET 和 IGBT 等器件的外形

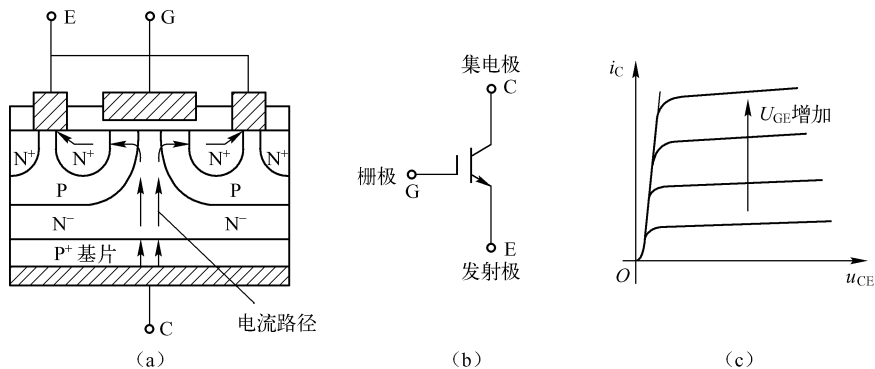


图 2-45 IGBT 的结构及图形符号



由图 2-45 可见, IGBT 是在 N 沟道电力 MOSFET 结构的基础上再增加一个 P+ 层构成的。IGBT 器件共有三个电极, 分别为栅极 G、发射极 E、集电极 C。IGBT 应用时, C 接电源的高电位, E 接电源的低电位。IGBT 的导通原理与电力 MOSFET 基本相同, 因此 IGBT 也属于电压控制型功率器件。

### 1. 特性与参数

IGBT 的输出特性见图 2-45 (c)。IGBT 的主要参数有:

集电极—发射极额定电压  $U_{ce}$ 。栅极—发射极短路时, IGBT 的耐压值。

栅极—发射极额定电压  $U_{GES}$ 。IGBT 是由栅极—发射极间电压信号  $U_{ce}$  控制其导通和关断的, 而  $U_{GES}$  为该控制信号电压的额定值。IGBT 工作时, 其控制信号电压不能超过  $U_{GES}$ , IGBT 的  $U_{oEs}$  大多为  $\pm 20V$  左右。

额定集电极电流  $I_c$ , IGBT 导通时, 允许流过管子的最大持续电流。

集电极—发射极饱和电压  $U_{ce(sat)}$ , IGBT 正常饱和导通时, 集电极—发射极之间的电压降。 $U_{ce(sat)}$  越小, 管子的功率损耗越小。

开关频率。IGBT 的开关频率是由其导通时间  $t_{on}$ 、下降时间  $t_f$  和关断时间  $t_{off}$ , 来决定的。IGBT 的开关频率还与集电极电流  $I_c$ 、运行温度和栅极电阻  $R_g$  有关。当  $R_g$  增大、运行温度升高时, 开关时间增大, 管子允许的开关频率有所降低。IGBT 的实际工作频率比 GTR 高, 一般可达  $30 \sim 40kHz$ 。

### 2. 检测绝缘栅极双极型晶体管 (IGBT) 好坏的简易方法

#### (1) 判断极性。

首先将万用表拨在  $R \times 1k\Omega$  挡, 用万用表测量时, 若某一极与其他两极阻值为无穷大, 调换表笔后该极与其他两极的阻值仍为无穷大, 则判断此极为栅极 (G)。其余两极再用万用表测量, 若测得阻值为无穷大, 调换表笔后测量阻值较小, 在测量阻值较小的一次中, 则判断红表笔接的为集电极 (C); 黑表笔接的为发射极 (E)。

#### (2) 判断好坏。

将万用表拨在  $R \times 10k\Omega$  挡, 用黑表笔接 IGBT 的集电极 (C), 红表笔接 IGBT 的发射极 (E), 此时万用表的指针在零位。用手指同时触及一下栅极 (G) 和集电极 (C), 这时 IGBT 被触发导通, 万用表的指针摆向阻值较小的方向, 并能静止指示在某一位置, 然后再用手指同时触及一下栅极 (G) 和发射极 (E), 这时 IGBT 被阻断, 万用表的指针回无序。

#### (3) 测量中的注意事项。

任何万用表皆可用于检测 IGBT, 但需注意判断 IGBT 的好坏时, 一定要将万用表拨在  $R \times 10k\Omega$  挡, 因为  $R \times 10k\Omega$  挡以下各挡万用表内部电池电压太低, 检测好坏时不能使 IGBT 导通, 从而无法判断 IGBT 的好坏。此方法同样也可以用于检测功率场效应晶体管 (P-MOSFET) 的好坏。

### 3. IGBT 的驱动

随着 IGBT 的广泛应用, 针对 IGBT 的优点而开发出的各种专用驱动模块也应运而生, 各种高性能的专用驱动模块, 为 IGBT 的广泛应用提供了极大的方便。IGBT 是发展最快且已走入实用化的一种复合型功率器件。目前 IGBT 的容量已经达到 GTR 的水平,

系列化产品的电流容量为 10~600A，电压等级为 500~1400V，工作频率为 10~50kHz。由于 IGBT 集 MOSFET 和 GTR 的优点于一身，因此它广泛应用于各种电力电子装置，已经取代电力 MOSFET 和 GTR。

### 2.3.8 集成电路 IC 知识介绍

集成电路 IC 的外形如图 2-46 所示。

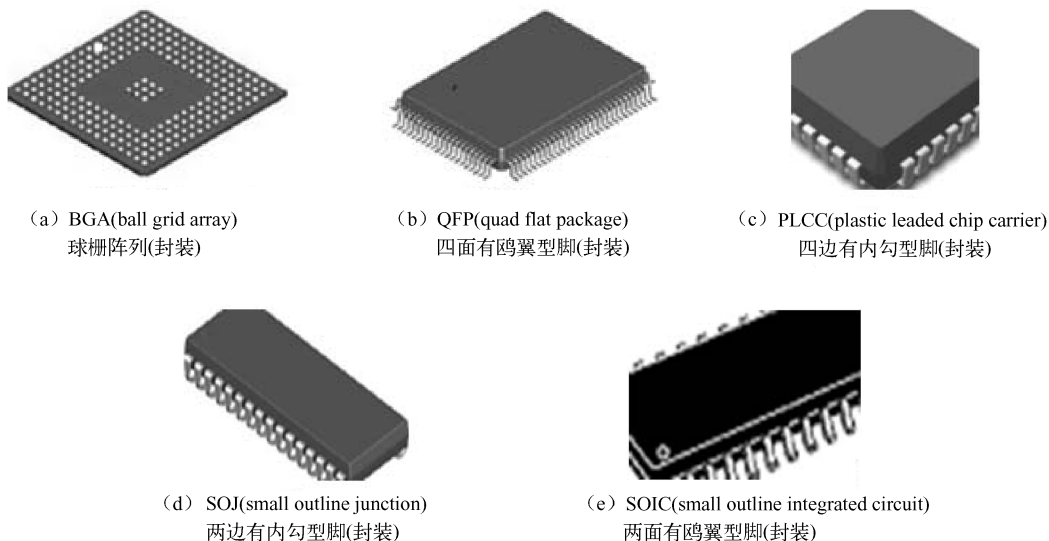


图 2-46 集成 IC 电路的外观

集成电路 IC 常见的封装形式：

#### 1. 集成电路 IC 的脚位判别

对于 BGA 封装（用坐标表示）：在打点或是有颜色标识处逆时针开始数用英文字母标示：A，B，C，D，E…（其中 I，O 基本不用），顺时针用数字标示：1，2，3，4，5，6…其中字母为横坐标，数字为纵坐标，如：A1，A2。

对于其他的封装，在打点、有凹槽或是有颜色标识处逆时针开始数为第一个脚、第二个脚、第三个脚……

#### 2. 测试集成电路 IC 的好坏

##### (1) 不在路检测。

这种方法是在 IC 未焊入电路时进行的，一般情况下可用万用表测量各引脚对应于接地引脚之间的正、反向电阻值，并和完好的 IC 进行比较。

##### (2) 在路检测。

这是一种通过万用表检测 IC 各引脚在路（IC 在电路中）直流电阻、对地交、直流电压以及总工作电流的检测方法。这种方法克服了代换试验法需要有可代换 IC 的局限性和拆卸 IC 的麻烦，是检测 IC 最常用和实用的方法。

(3) 直流工作电压测量。这是一种在通电情况下，用万用表直流电压挡对直流供电电压、外围元件的工作电压进行测量；检测 IC 各引脚对地直流电压值，并与正常值相比较，



进而压缩故障范围，查出损坏的元件。

电压测量时要注意以下几点：

- 万用表要有足够大的内阻，至少要大于被测电路电阻的 10 倍以上，以免造成较大的测量误差。
- 通常把各电位器旋到中间位置。
- 表笔要采取防滑措施。因任何瞬间短路都容易损坏 IC。可采取如下方法防止表笔滑动：取一段自行车用气门芯套在表笔尖上，并长出表笔尖约 0.5mm，这既能使表笔尖良好地与被测试点接触，又能有效防止打滑，即使碰上邻近点也不会短路。
- 当测得某一引脚电压与正常值不符时，应根据该引脚电压对 IC 正常工作有无重要影响以及其他引脚电压的相应变化进行分析，来判断 IC 的好坏。
- IC 引脚电压会受外围元器件影响。当外围元器件发生漏电、短路、开路或变值，或外围电路连接的是一个阻值可变的电位器时，则电位器滑动臂所处的位置不同，都会使引脚电压发生变化。
- 若 IC 各引脚电压正常，则一般认为 IC 正常；若 IC 部分引脚电压异常，则应从偏离正常值最大处入手，检查外围元件有无故障，若无故障，则 IC 很可能损坏。
- 对于 IC 动态接收集成电路部分，在有无信号时，IC 各引脚电压是不同的。如发现引脚电压不该变化的反而变化，该随信号大小和可调元件不同位置而变化的反而不变化，就可确定 IC 损坏。

#### (4) 交流工作电压测量法。

为了掌握 IC 交流信号的变化情况，可以用带有 db 插孔的万用表对 IC 的交流工作电压进行近似测量。检测时万用表置于交流电压挡，正表笔插入 db 插孔；对于无 db 插孔的万用表，需要在正表笔串接一只  $0.1 \sim 0.5 \mu\text{F}$  隔直电容。该法适用于工作频率较低的 IC。

# 第3章 高性能通用矢量变频器的安装实战

## 3.1 主流高性能通用矢量变频器的铭牌和外观介绍

### 3.1.1 高性能通用矢量变频器的用途

高性能矢量通用变频器主要是用于风扇类机械、鼓风机类机械及各种水泵类机械、传送带、挤出机及金属加工类机械等。下面主要以国内最流行且具有代表性的欧姆龙 3G3RV-ZV1、安邦信 AMB-G9/P9、艾默生 TD1000、中源矢量型变频器 ZY-A900 这 4 种变频器进行介绍。

### 3.1.2 常见主流高性能通用矢量变频器铭牌介绍

在欧姆龙 3G3RV 变频器的铭牌上，用数字和字母表示了变频器的型号、规格、电压等级及适用电动机的最大容量，如图 3-1 所示。

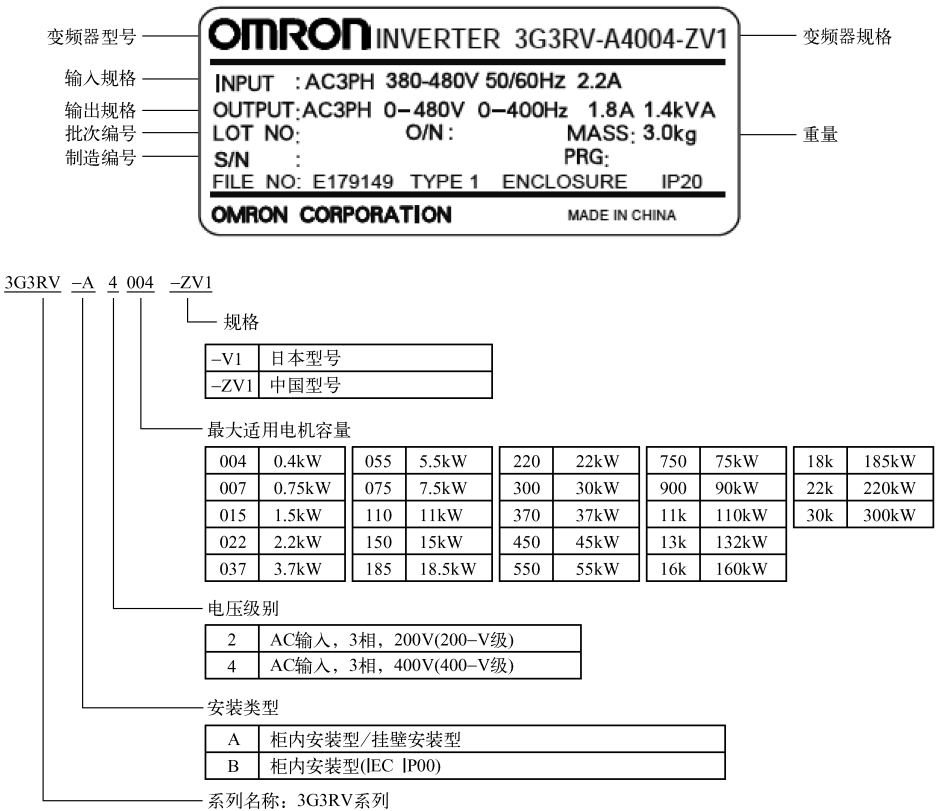


图 3-1 欧姆龙 3G3RV 变频器

安邦信 AMB-G9 变频器铭牌如图 3-2 所示。

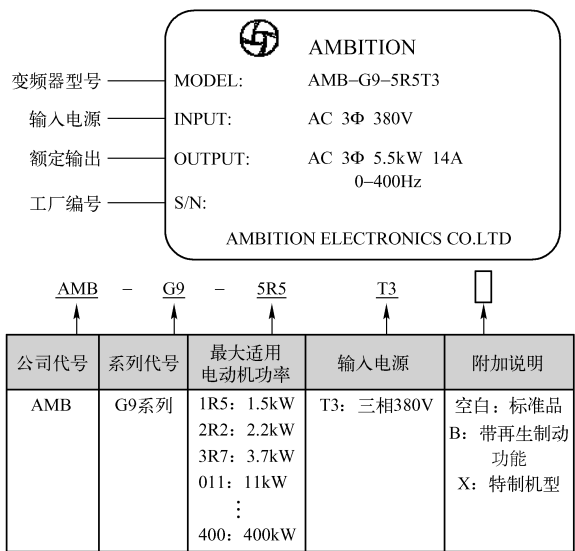


图 3-2 安邦信 AMB-G9 变频器的铭牌

艾默生 TD1000 变频器的铭牌如图 3-3 所示。

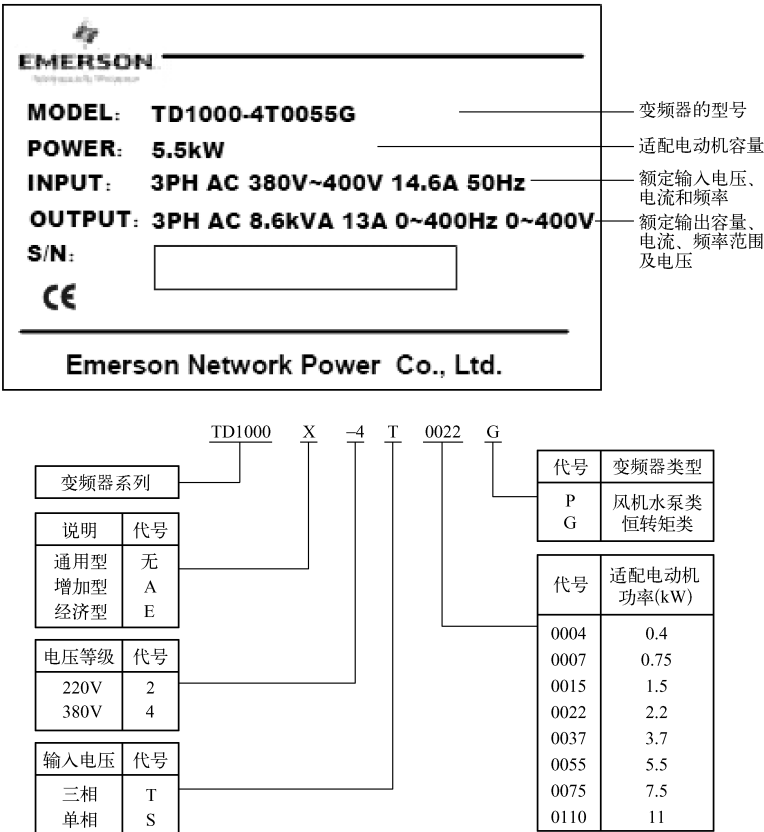


图 3-3 艾默生 TD1000 变频器的铭牌

中源 ZY-A900 矢量型变频器铭牌如图 3-4 所示。

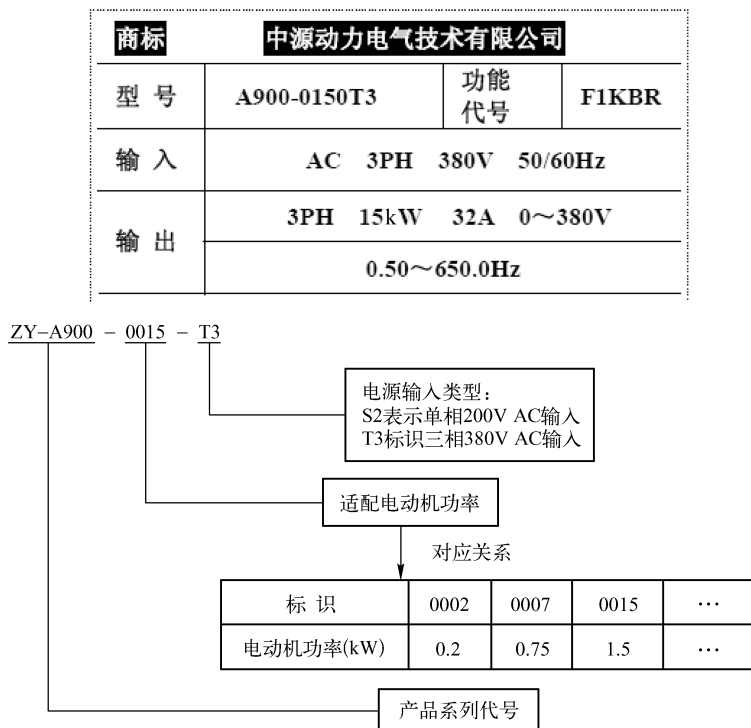


图 3-4 中源 ZY-A900 矢量型变频器铭牌

### 3.1.3 几种常见主流矢量变频器的外观介绍

欧姆龙 3G3RV 变频器的外观如图 3-5 所示。

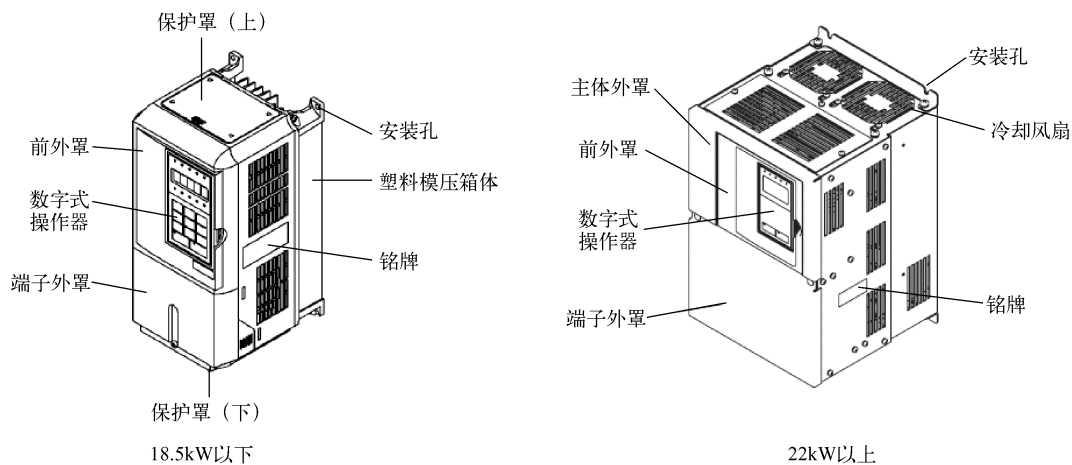


图 3-5 欧姆龙 3G3RV 变频器外观

安邦信 AMB-G9 变频器的外观如图 3-6 所示。



图 3-6 安邦信 AMB-G9 变频器的外观

艾默生 TD1000 变频器的外观如图 3-7 所示。

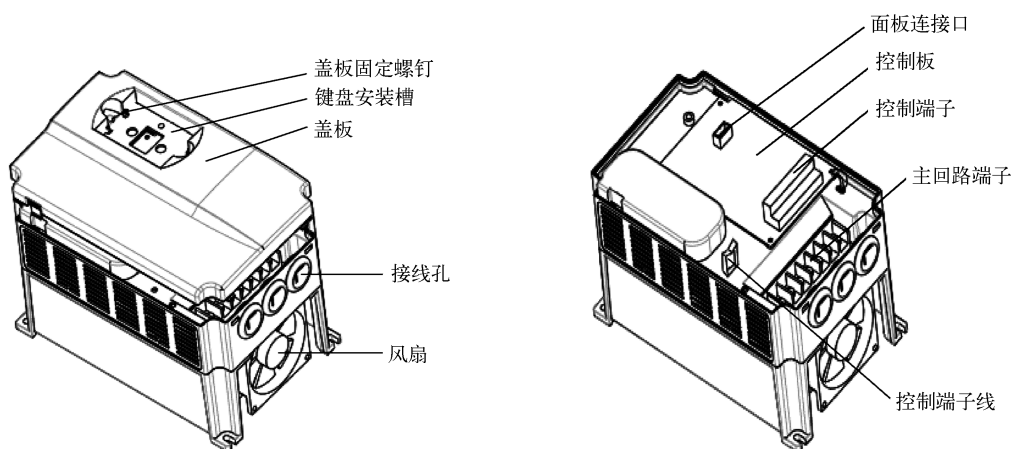


图 3-7 艾默生 TD1000 变频器的外观

中源 ZY-A900 矢量型变频器的外观如图 3-8 所示。

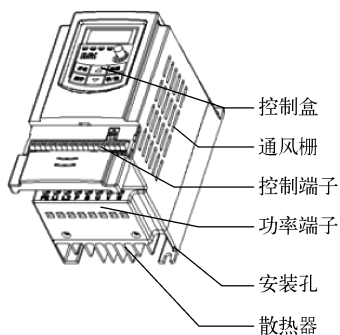


图 3-8 中源 ZY-A900 矢量型变频器的外观

## 3.2 高性能通用矢量变频器的安装实例

### 3.2.1 通用变频器的安装环境要求及注意事项

#### 1. 通用变频器安装环境的要求

环境温度要求在 $-10\sim 40^{\circ}\text{C}$ 的范围内，如周围温度为 $40\sim 50^{\circ}\text{C}$ ，要取下盖板或打开安装柜前门，以利于通风散热；

- 应安装于柜内，且湿度低于90%，无结露的场所；
- 不要安装在多尘埃、金属粉末、腐蚀性气体的场所；
- 不要安装在有爆炸性气体的场所；
- 不要安装在振动大于 $5.9\text{m/s}^2$ （0.6G）的场所；
- 不要安装在阳光直射的场所；

#### 2. 安装结束时必须注意的事项

进行安装作业时，应给变频器上面盖上防尘罩，以防止钻孔时的金属屑等落入变频器内部。安装作业结束后，请务必拿掉变频器上面的外罩。如果不拿掉外罩，则会使通气性变差，导致变频器异常发热。

#### 3. 变频器安装时应注意的事项

为了不使变频器的制冷效果降低，必须垂直安装，如图3-9所示。

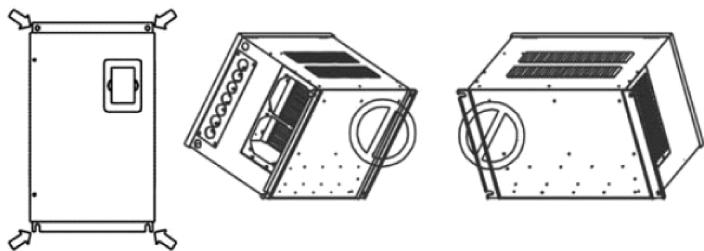


图 3-9 变频器垂直安装示意图

变频器安装在控制柜内必须确定好通风扇的位置，如图3-10所示。

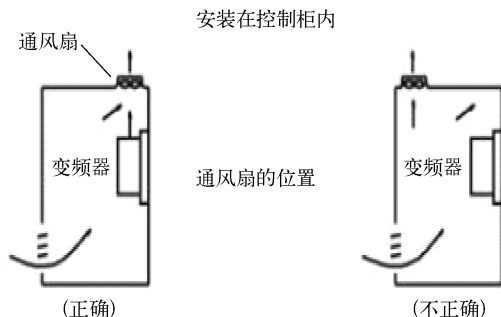


图 3-10 变频器安装控制柜风扇位置

变频器安装在柜内时，柜体与变频器的距离如图 3-11 所示。

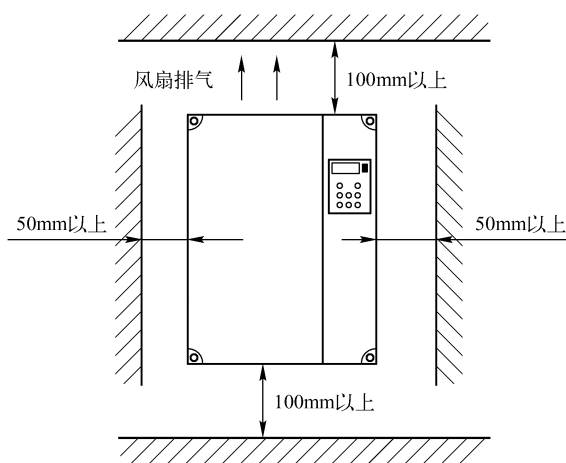


图 3-11 柜体与变频器安装的间隔距离

当控制柜内安装多台变频器时，为保证变频器的散热空间，最好将变频器并排安装，如图 3-12 所示。

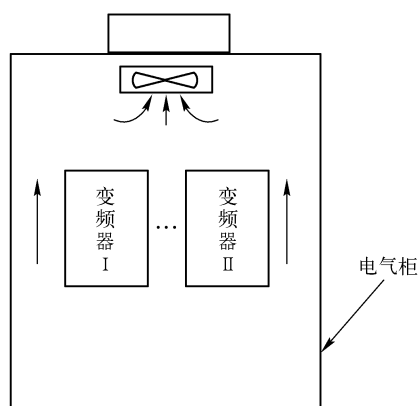


图 3-12 多台变频器的安装

### 3.2.2 通用矢量变频器的安装实例

#### 1. 端子外罩的拆卸和安装

在变频器安装时为了给控制回路和主回路端子间连接电缆，需要卸下端子外罩。以欧姆龙 3G3RV 变频器为例简要介绍操作步骤。

(1) 卸下端子外罩。

当安装 18.5kW 以下的变频器时，松开端子外罩下部的螺钉，在图 3-13 (a) 中按 1 方向用力压端子外罩左右两侧面部的同时，按 2 方向抬起端子外罩的下部。

当安装 22kW 以上的变频器时，按照图 3-13 (b)，松开端子外罩上部左右的螺钉，按 1 方向拉下后，向 2 方向抬起。

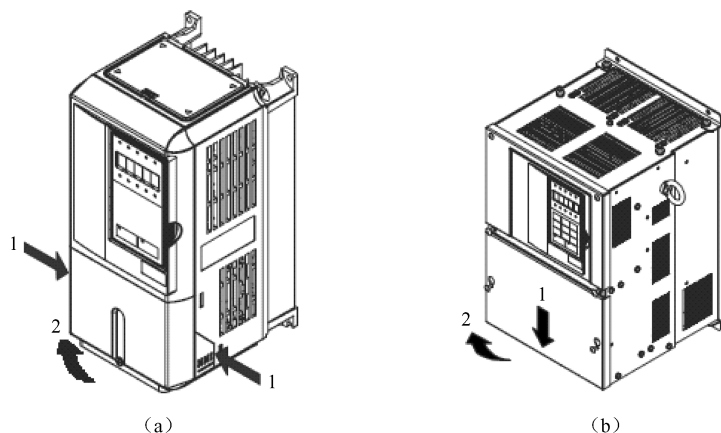


图 3-13 端子外罩的拆卸

## (2) 端子外罩的安装。

向端子排的接线完成后，按与拆卸时相反的顺序，安装端子外罩。对于 18.5kW 以下容量的变频器，先将端子外罩上部的卡爪卡入变频器主体的沟槽内，再按下端子外罩下部，直到听到“咔嚓”一声为止。

## 2. 数字式操作器和前外罩的拆卸和安装

### (1) 18.5kW 以下的变频器。

在选购安装电路板及切换端子电路板上的跳线时，除了要拆下上述端子外罩，还要卸下数字式操作器和前外罩。在卸下前外罩以前，应先将数字式操作器从前外罩上拆下。

以下对拆卸和安装方法进行说明：

① 数字式操作器的拆卸。将数字式操作器侧面的把手沿着 1 的方向按下，使其与前外罩脱开，并沿 2 的方向抬起，如图 3-14 所示。

② 前外罩的拆卸。将前外罩左右的侧面部分沿着 1 的方向按下的同时，将外罩沿 2 的方向抬起，如图 3-15 所示。

③ 前外罩的安装。端子排的接线作业完成后，按照与拆卸时相反的顺序来安装前外罩。确认数字式操作器没有装在前外罩上。如果在带着数字式操作器的状态下安装前外罩，将会引起接触不良。将前外罩上部的卡爪卡入变频器主体的沟槽内，再向主体侧按下前外罩的下部，直到听到“咔嚓”一声为止。

④ 数字式操作器的安装。在完成前外罩的安装后，按照以下步骤安装数字式操作器，如图 3-16 所示。

从 1 的方向将数字式操作器挂在卡爪 A（两处）上。接着向 2 的方向按下，直到听到“咔嚓”一声，将其挂在卡爪 B（两处）上。

### (2) 22kW 以上的变频器。

当安装 22kW 以上的机型时，请在卸下端子外罩后，按下述要领卸下数字式操作器和前外罩。



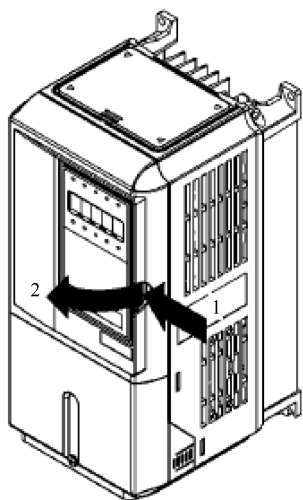


图 3-14 数字式操作器的拆卸

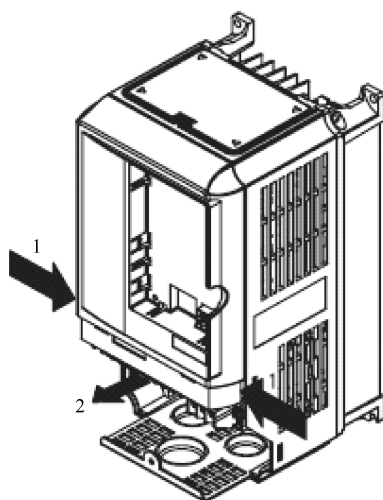


图 3-15 前外罩的拆卸

- ① 数字式操作器的拆卸。按照与 18.5kW 以下的变频器相同的方法进行拆卸。
- ② 前外罩的拆卸。将控制回路端子电路板上部 1 的部分向 2 的方向抬起，如图 3-17 所示。

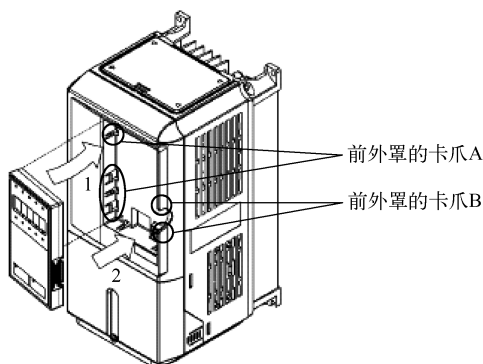


图 3-16 数字式操作器的安装

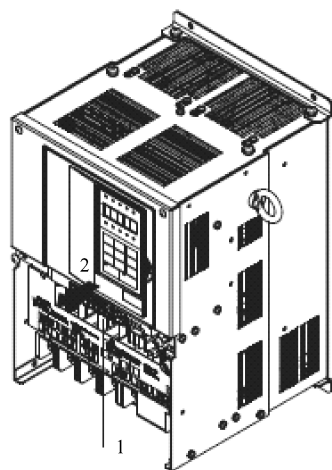


图 3-17 22kW 前外罩的拆卸

③ 前外罩的安装。安装了选购卡，完成了控制回路端子电路板的设定等作业后，按照与拆下前外罩相反的顺序安装前外罩。

确认数字式操作器没有装在前外罩上。如果在带着数字式操作器的状态下安装前外罩，将会引起接触不良。

将前外罩上部的卡爪卡入变频器主体的沟槽内，再向主体侧按下前外罩下部的卡爪，

直到听到“咔嚓”一声为止。

④ 数字式操作器的安装。22kW 变频器数字式操作器按照与 18.5kW 以下的变频器相同的方法来安装。

### 3. 保护罩的拆卸和安装

18.5kW 以下的变频器的上下都带有保护罩。将 18.5kW 以下的变频器安装在柜内使用时，应卸下保护罩。以下对保护罩的拆卸与安装方法进行了说明。

#### (1) 保护罩的拆卸。

拆卸时将一字螺丝刀插入螺丝刀插孔，按箭头方向向上拆下保护罩，如图 3-18 所示。

保护罩（下部）的拆卸顺序如下：

- 首先按照图 3-19 中的步骤卸下端子外罩。

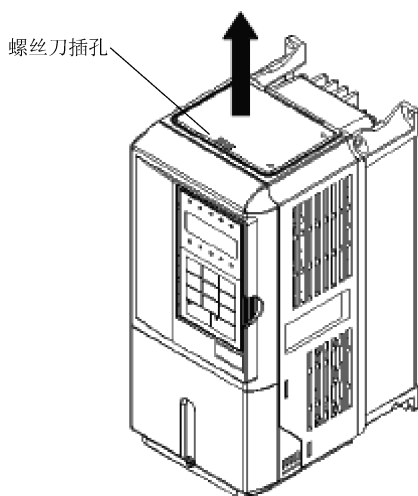


图 3-18 保护罩（上部）的拆卸

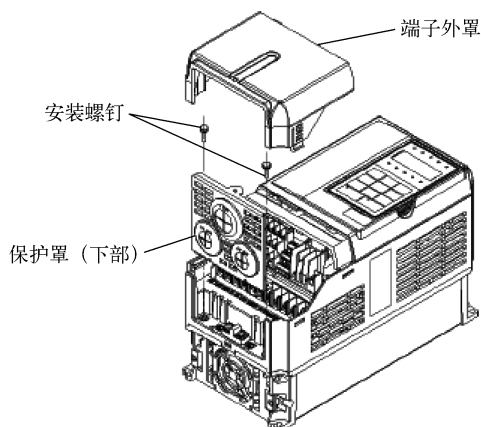


图 3-19 保护罩（下部）的拆卸

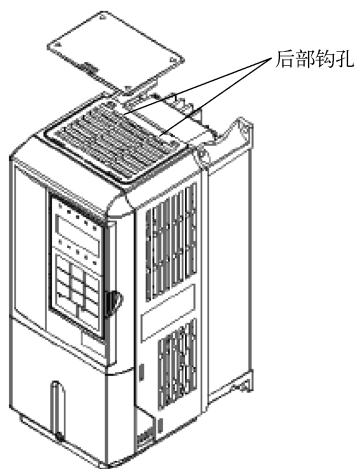


图 3-20 保护罩（上部）的安装

- 拆下 2 处安装螺钉，再卸下保护罩（下部）。
- 将安装螺钉装回原来的位置并拧紧。
- 按图 3-19 中的步骤装上端子外罩。

#### (2) 保护罩的安装。

将保护罩（上部）后侧的钩键插入后部钩孔后，使中间部分拱起，再插入左右的钩键，如图 3-20 所示。

按照与拆卸时相反的顺序安装保护罩（下部）。

## 第4章 高性能通用矢量变频器的接线实战详解

高性能通用矢量变频器与外围机器的标准连接示意图如图 4-1 所示。

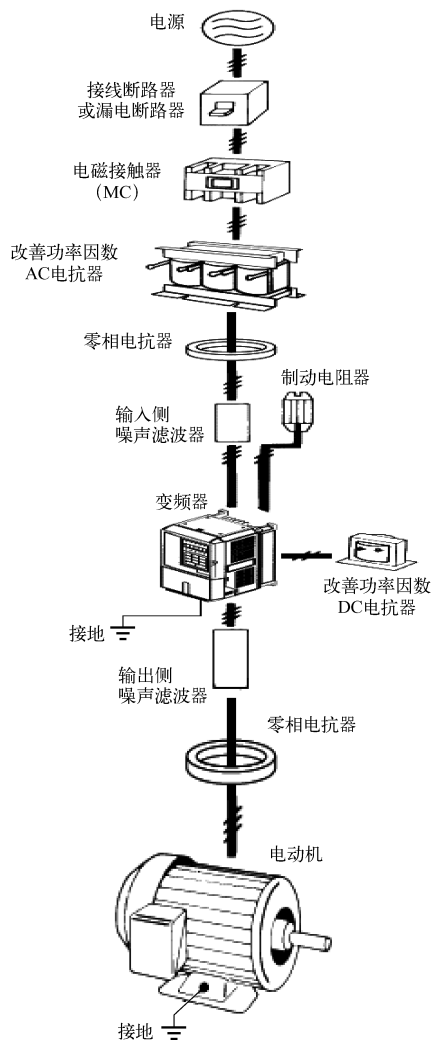


图 4-1 变频器与外围机器的标准连接

### 4.1 欧姆龙 3G3RV-ZV1 变频器

#### 4.1.1 欧姆龙 3G3RV-ZV1 变频器的接线

欧姆龙 3G3RV-ZV1 变频器与外围设备之间的相互接线如图 4-2 所示。当变频器只用数字式操作器运行时，只要接上主回路线，电动机即可运行。

• 62 •

### 4.1.2 欧姆龙 3G3RV-ZV1 变频器控制回路端子的排列

欧姆龙 3G3RV-ZV1 控制回路端子的排列如图 4-3 所示。

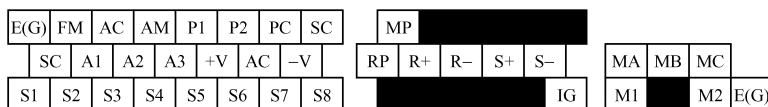


图 4-3 控制回路端子的排列

控制回路端子排的构成：

0.4kW 端子的配置如图 4-4 所示。

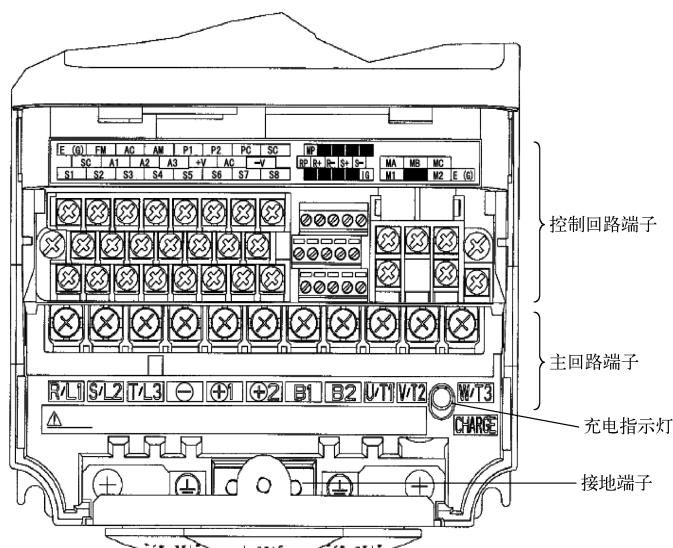


图 4-4 欧姆龙 0.4kW 变频器端子的配置示例

22kW 端子的配置如图 4-5 所示。

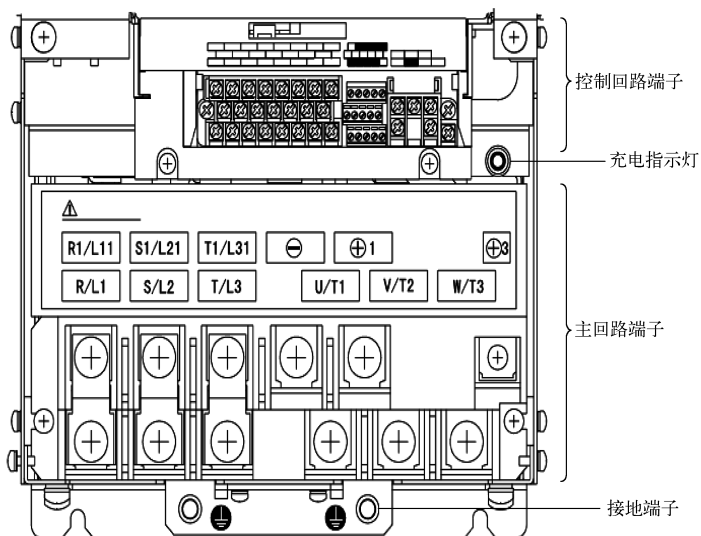


图 4-5 欧姆龙 22kW 变频器端子的配置示例

### 4.1.3 欧姆龙 3G3RV-ZV1 变频器主回路端子

在实际安装中变频器导线尺寸的正确选择非常重要，所以在我们安装变频器过程中必须按照规定选取导线的截面积，同时按照规定的紧固力矩，固定好接线端子。下面就以欧姆龙 3G3RV-ZV1 变频器为例对主回路导线的尺寸进行介绍。

200V 级变频器电线尺寸如表 4-1 所示。

表 4-1 200V 级变频器电线尺寸

变频器的型号 3G3RV-□	端 子 符 号	端子 螺钉	紧固 力矩 (N・m)	可选择的 电线尺寸 mm <sup>2</sup> (AWG)	推荐电线 尺寸 mm <sup>2</sup> (AWG)	电线的 种类
A2004-VI	R/L1、5L/2、⊖、⊕1、⊕2、B1、 B2、U/T1、V/T2、W/T3	M4	12-15	2-55 (14-10)	2 (14)	供电 用电 电缆
A2007-VI	R/L1、5L/2、⊖、⊕1、⊕2、B1、 B2、U/T1、V/T2、W/T3	M4	12-15	2-55 (14-10)	2 (14)	
A2015-VI	R/L1、5L/2、⊖、⊕1、⊕2、B1、 B2、U/T1、V/T2、W/T3	M4	12-15	2-55 (14-10)	2 (14)	
A2022-VI	R/L1、5L/2、⊖、⊕1、⊕2、B1、 B2、U/T1、V/T2、W/T3	M4	12-15	2-55 (14-10)	2 (14)	
A2037-VI	R/L1、5L/2、⊖、⊕1、⊕2、B1、 B2、U/T1、V/T2、W/T3	M4	12-15	3.5-55 (14-10)	3.5 (12)	
A2055-VI	R/L1、5L/2、⊖、⊕1、⊕2、B1、 B2、U/T1、V/T2、W/T3	M4	12-15	5.5 (10)	3.5 (10)	
A2075-VI	R/L1、5L/2、⊖、⊕1、⊕2、B1、 B2、U/T1、V/T2、W/T3	M5	2.5	8-14 (8-6)	8 (8)	
A2110-VI	R/L1、5L/2、⊖、⊕1、⊕2、B1、 B2、U/T1、V/T2、W/T3	M5	2.5	14-22 (6-4)	14 (6)	
A2150-VI	R/L1、5L/2、⊖、⊕1、⊕2、U/ T1、V/T2、W/T3	M6	4.0-5.0	30-38 (4-2)	30 (4)	
	B1、B2	M5	2.5	8-14 (8-6)	—	
		M6	4.0-5.0	22 (4)	22 (4)	

续表

变频器的型号 3G3RV-□	端子符号	端子 螺钉	紧固 力矩 (N·m)	可选择的 电线尺寸 mm <sup>2</sup> (AWG)	推荐电线 尺寸 mm <sup>2</sup> (AWG)	电线的 种类
A2185-VI	R/L1、5L/2、 $\ominus$ 、 $\oplus$ 1、 $\oplus$ 2、U/T1、V/T2、W/T3	M8	9.0-10.0	30-38 (3-2)	30 (3)	供电 用电 缆
	B1、B2	M5	2.5	8-14 (8-6)	—	
		M6	4.0-5.0	22 (4)	22 (4)	
A2370-VI	R/L1、5L/2、T/L3、 $\ominus$ 、 $\oplus$ 1、U/T1、V/T2、W/T3、R1/L11、5I/L21、TI/L31	M10	17.6-22.5	60-100 (2.0-4.0)	60 (2.0)	
	$\oplus$ 3	M8	8.8-10.8	5.5-55 (10-4)	—	
	$\oplus$	M10	17.6-22.5	30-60 (2-20)	30 (2)	
	r/t1、r/t2	M4	1.3-1.4	0.5-5.5 (20-10)	1.25 (16)	
B2450-VI	R/L1、5L/2、T/L3、 $\ominus$ 、 $\oplus$ 1、U/T1、V/T2、W/T3、R1/L11、5I/L21、TI/L31	M10	17.6-22.5	80-100 (3.0-4.0)	80 (3.0)	
	$\oplus$ 3	M8	8.8-10.8	5.5-55 (10-4)	—	
	$\oplus$	M10	17.6-22.5	38-60 (1-2.0)	38 (1)	
	r/t1、r/t2	M4	1.3-1.4	0.5-5.5 (20-10)	1.25 (16)	
B2550-VI	R/L1、5L/2、T/L3、 $\ominus$ 、 $\oplus$ 1	M10	17.6-22.5	50-100 (1.0-4.0)	50×2P (1.0×2P)	
	U/T1、V/T2、W/T3、R1/L11、5I/L21、TI/L31	M10	17.6-22.5	100 (4.0)	100 (4.0)	
	$\oplus$ 3	M8	8.8-10.8	5.5-60 (10-2.0)	—	
	$\oplus$	M10	17.6-22.5	30-40 (3-40)	50 (1.0)	
	r/t1、r/t2	M4	1.3-1.4	0.5-5.5 (20-10)	1.25 (16)	
B2750-VI	$\ominus$ 、 $\oplus$ 1	M12	31.4-39.2	80-125 (30-250)	80×2P (3.0×2P)	
	R/L1、5L/2、T/L3、U/T1、V/T2、W/T3、R1/L11、5I/L21、TI/L31	M10	17.6-22.5	80-100 (3.0-4.0)	80×2P (3.0×2P)	
	$\oplus$ 3	M8	8.8-10.8	5.5-60 (10-20)	—	
	$\oplus$	M12	31.4-39.2	100-200 (3.0-400)	100 (3.0)	
	r/t1、r/t2	M4	1.3-1.4	0.5-5.5 (20-10)	1.25 (16)	



400V 级变频器电线尺寸如表 4-2 所示。

表 4-2 400V 级变频器电线尺寸

变频器的 型号 3G3RV-□	端 子 符 号	端 子 螺 钉	紧 固 力 矩 (N・m)	可选择的 电 线 尺 寸 mm <sup>2</sup> (AWG)	推荐电 线 尺 寸 mm <sup>2</sup> (AWG)	电 线 的 种 类
A4004-ZVI	R/L1、5/L2、T/L3、⊖、⊕1、⊕2、B1、B2、U/T1、V/T2、W/T3	M4	1.2-1.5	2-55 (14-10)	2 (14)	供用电 电 缆 600V 乙 烯 电 线 等
A4007-ZVI	R/L1、5/L2、T/L3、⊖、⊕1、⊕2、B1、B2、U/T1、V/T2、W/T3	M4	1.2-1.5	2-55 (14-10)	2 (14)	
A4015-ZVI	R/L1、5/L2、T/L3、⊖、⊕1、⊕2、B1、B2、U/T1、V/T2、W/T3	M4	1.2-1.5	2-55 (14-10)	2 (14)	
A4022-ZVI	R/L1、5/L2、T/L3、⊖、⊕1、⊕2、B1、B2、U/T1、V/T2、W/T3	M4	1.2-1.5	2-55 (14-10)	2 (14)	
A4037-ZVI	R/L1、5/L2、T/L3、⊖、⊕1、⊕2、B1、B2、U/T1、V/T2、W/T3	M4	1.2-1.5	2-55 (14-10)	2 (14)	
A4055-ZVI	R/L1、5/L2、T/L3、⊖、⊕1、⊕2、B1、B2、U/T1、V/T2、W/T3	M4	1.2-1.5	3.5-5.5 (12-10)	3.5 (12)	
				2-5.5 (14-10)	2 (14)	
A4075-ZVI	R/L1、5/L2、T/L3、⊖、⊕1、⊕2、B1、B2、U/T1、V/T2、W/T3	M4	1.8	5.5 (10)	5.5 (10)	
				3.5-5.5 (12-10)	3.5 (12)	
A4110-ZVI	R/L1、5/L2、T/L3、⊖、⊕1、⊕2、B1、B2、U/T1、V/T2、W/T3	M5	2.5	5.5 (10-6)	8 (8)	
					5.5 (10)	
A4150-ZVI	R/L1、5/L2、T/L3、⊖、⊕1、⊕2、B1、B2、U/T1、V/T2、W/T3	M5	2.5	8-14 (8-6)	8 (8)	
		M5 (M6)	2.5 (4.0-5.0)	5.5-14 (10-6)	5.5 (10)	
A4185-ZVI	R/L1、5/L2、T/L3、⊖、⊕1、⊕2、U/T1、V/T2、W/T3	M6	1.2-1.5	2-55 (14-10)	2 (14)	
	B1、B2、	M5	2.5	8 (8)	8 (8)	
		M6	4.0-5.0	8-22 (8-4)	8 (8)	
B4220-ZVI	R/L1、5/L2、T/L3、⊖、⊕1、⊕3、B1、B2、U/T11、V/T21、W/T31	M6	4.0-5.0	14-22 (6-4)	14 (6)	
		M8	9.0-10.0	14-38 (6-2)	14 (6)	

续表

变频器的型号 3G3RV-□	端子符号	端子螺钉	紧固力矩 (N·m)	可选择的 电线尺寸 mm <sup>2</sup> (AWG)	推荐电线 尺寸 mm <sup>2</sup> (AWG)	电线的 种类
B4300-ZVI	R/L1、5/L2、T/L3、⊖、⊕1、⊕3、B1、B2、U/T11、V/T21、W/T31	M6	4.0—5.0	22 (4)	22 (4)	
		M8	9.0—10.0	22—38 (4—2)	22 (4)	
B4370-ZVI	R/L1、5/L2、T/L3、⊖、⊕1、B1、B2、U/T11、V/T21、W/T31	M8	9.0—10.0	22—60 (4—1/0)	38 (2)	
	+3	M6	4.0—5.0	8—22 (8—4)	—	
		M8	9.0—10.0	22—38 (4—2)	22 (4)	
B4450-ZVI	R/L1、5/L2、T/L3、⊖、⊕1、B1、B2、U/T11、V/T21、W/T31	M8	9.0—10.0	22—60 (4—1/0)	38 (2)	
	+3	M6	4.0—5.0	8—22 (8—4)	—	
		M8	9.0—10.0	22—38 (4—2)	22 (4)	

欧姆龙 3G3RV 变频器主回路端子的功能按符号区分如表 4-3 所示。

表 4-3 主回路端子的功能 (200V/400V)

用 途	使用 端 子	型号 3G3RV-□	
		200V 级	400V 级
主回路电源输入用	R/L1、S/L2、T/L3	A2004-VI-B211K-VI	A4004-ZVI-B430K-ZVI
	R1/L11、S1/L21、T1/L31	A2220-VI-B211K-VI	A4220-ZVI-B430K-ZVI
变频器输出用	U/T1、V/T2、W/T3	A2004-VI-B211K-VI	A4004-ZVI-B430K-ZVI
直流电源输入用	⊕1、⊖	A2004-VI-B211K-VI	A4004-ZVI-B430K-ZVI
制动电阻器单元连接用	B1、B2	A2004-VI-B2185-VI	A4004-ZVI-B4185-ZVI
DC 电抗器连接用	⊕1、⊕2	A2004-VI-B2185-VI	A4004-ZVI-B4185-ZVI
制动单元连接用	⊕3、⊖	B2220-VI-B211K-VI	B4220-ZVI-B430K-ZVI
接地用	⊕	A2004VI-B211K-VI	A4004-ZVI-B430K-ZVI

欧姆龙 3G3RV 变频器主回路构成如图 4-6 所示。

欧姆龙 3G3RV 变频器的主回路标准连接图如图 4-7 所示。

变频器主回路的接线方法。主要对变频器主回路输入侧、输出侧的接线和接地线的接线进行介绍。

(1) 主回路输入侧的接线。

① 接线用断路器的设置。电源输入端子 (R、S、T) 与电源之间必须通过与变频器相适合的接线用断路器 (MCCB) 来连接。

- 选择断路器 MCCB 时，其容量大致要等于变频器额定输出电流的 1.5 到 2 倍。
- 断路器 MCCB 的时间特性要充分考虑变频器的过载保护 (为额定输出电流的 150% 时持续 1 分钟) 的时间特性来选择。
- 断路器 MCCB 由多台变频器或与其他机器共同使用时，按图 4-8 所示，接入故障输出时电源关闭的顺控器。

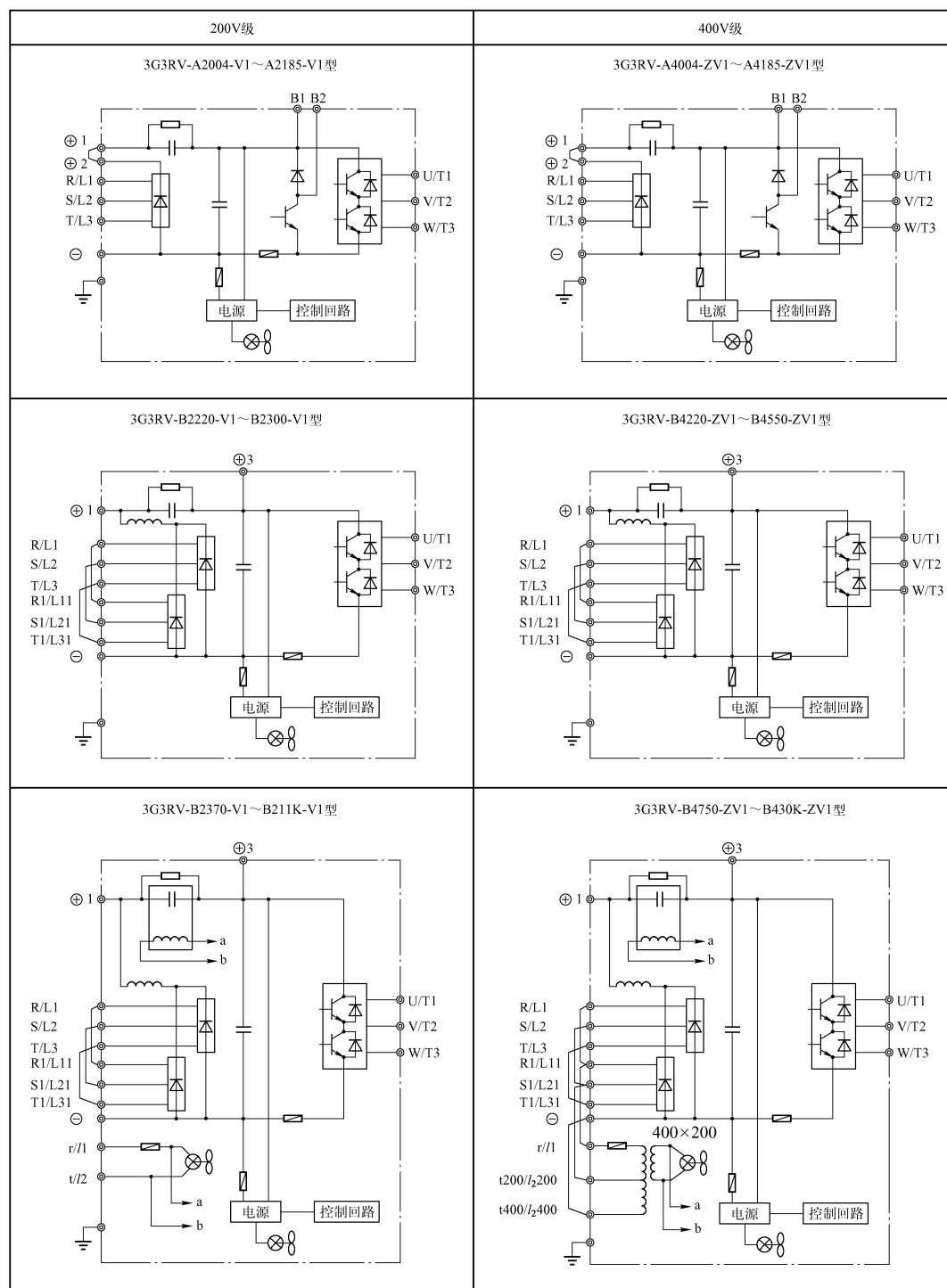


图 4-6 欧姆龙 3G3RV 变频器的主回路构成

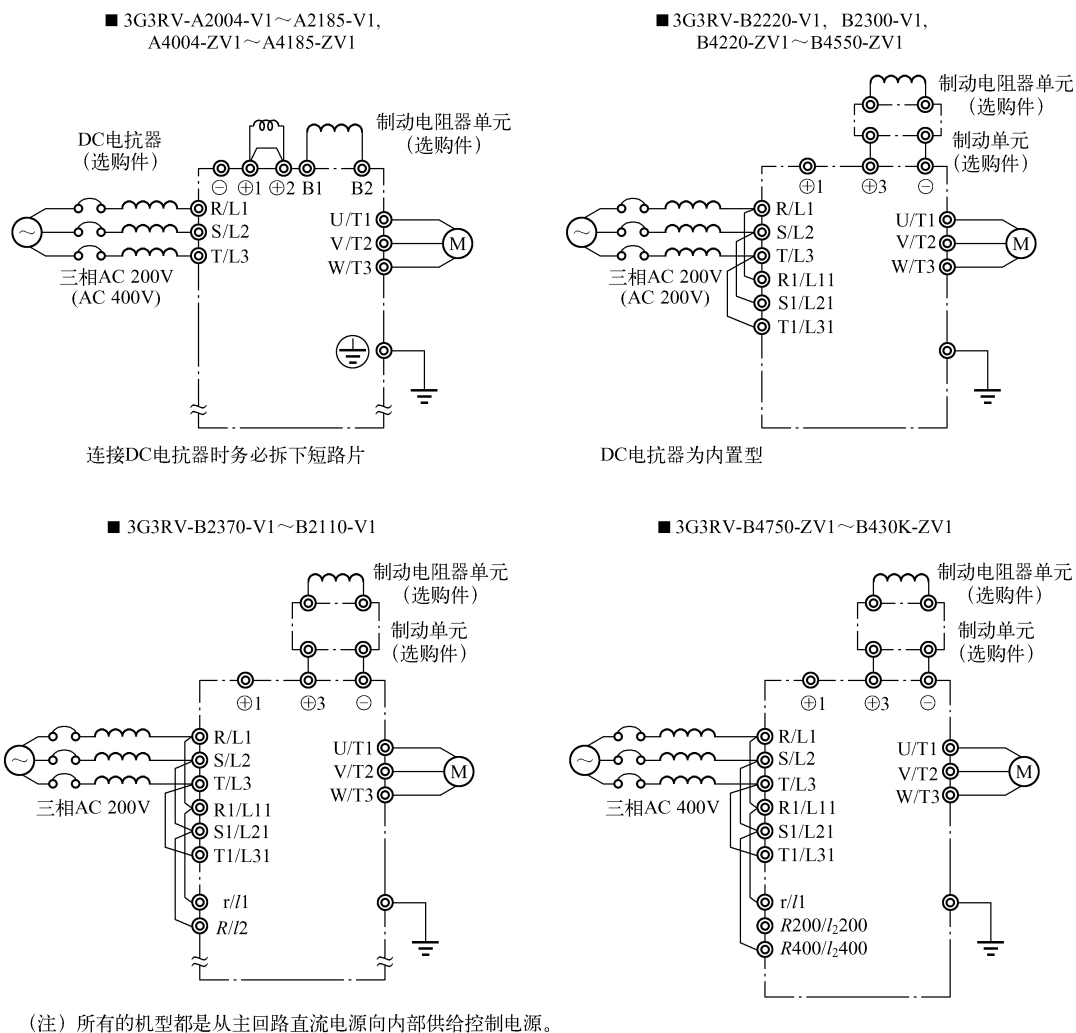


图 4-7 欧姆龙 3G3RV 变频器的标准连接

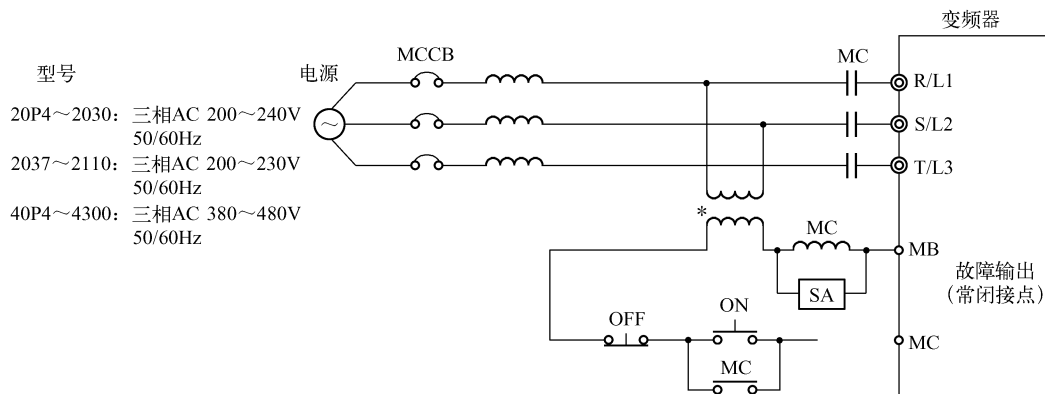


图 4-8 变频器用断路器设置

② 电磁接触器的设置。在顺控器上断开主回路电源时，也可以使用电磁接触器(MC)。但是，通过输入侧的电磁接触器使变频器强制停止时，再生制动将无动作，最后自由运行至停止。

- 通过输入侧电磁接触器的开关可以使变频器运行或停止，但频繁地开关则会导致变频器发生故障。所以运行、停止的最高频度不要超过 30 分钟每次。
- 用数字式操作器运行时，在恢复供电后不会进行自动运行。
- 使用制动电阻器单元时，请接入通过单元的热敏继电器接点关闭电磁接触器的顺控器。

③ 端子排的接线。输入电源的相序与端子排的相序 R、S、T 无关，可与任一个端子连接。

④ AC 电抗器或 DC 电抗器的设置。如果将变频器连接到一个大容量电源变压器(600 kVA 以上)上，或进相电容器有切换时，可能会有过大的峰值电流流入变频器的输入侧，损坏整流部元件。

此时，请在变频器的输入侧接入 AC 电抗器(选配件)，或者在 DC 电抗器端子上安装 DC 电抗器。这样也可以改善电源侧的功率因数。

#### ⑤ 浪涌抑制器的设置

在变频器周围连接的感应负载(电磁接触器、电磁继电器、电磁阀、电磁线圈、电磁制动器等)上应使用浪涌抑制器。

#### ⑥ 电源侧噪声滤波器的设置

电源侧噪声滤波器能除去从电源线进入变频器的噪声，也能减低从变频器流向电源线的噪声。电源侧噪声滤波器的正确设置如图 4-9 所示。

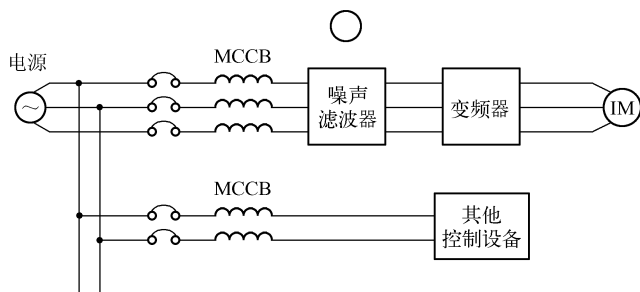


图 4-9 电源侧噪声滤波器的正确设置

#### (2) 主回路输出侧的接线。

在主回路输出侧接线时，需要注意以下事项：

① 变频器与电动机的连接。将变频器输出端子 U、V、W 与电动机接出线 U、V、W 进行连接。运行时，首先确认在正转指令下电动机是否正转。电动机反转时，请任意交换输出端子 U、V、W 中的 2 个端子。

② 严禁将变频器输出端子与电源连接。请勿将电源接到输出端子 U、V、W 上。如果将电压施加在输出端子上，会导致内部的变频部分损坏。

严禁输出端子接地和短路。请勿直接用手接触输出端子，或让输出线接触变频器的外

壳。否则会有触电和短路的危险。另外，请勿使输出线短路。

严禁使用进相电解电容和噪声滤波器。切勿将进相电解电容及 LC/RC 噪声滤波器接入输出回路。否则会因变频器输出的高谐波引起进相电容器及 LC/RC 噪声滤波器过热或损坏。同时，如果连接了此类部件，还可能会造成变频器损坏或导致部件烧毁。

电磁开关（MC）的使用注意事项。当在变频器与电动机之间设置了电磁开关（MC）时，原则上在运行中不能进行 ON/OFF 操作。如果在变频器运行过程中将 MC 设置为 ON，则会有很大的冲击电流流过，使变频器的过电流保护启动。

如果为了切换至商用电源等而设定 MC，请先使变频器和电动机停止后再进行切换。运行过程中进行切换时，请选择速度搜索功能。另外，有必要采取瞬时停电措施时，请使用延迟释放型的 MC。

③ 热敏继电器的安装。为了防止电动机过热，变频器有通过电子热敏器进行的保护功能。由一台变频器运行多台电动机或使用多极电动机时，应在变频器与电动机间设置热动型热敏继电器（THR），并将电动机保护功能选择设定为电动机保护无效。此时应接入通过热敏继电器的接点来关闭主回路输入侧电磁接触器的顺控器。

④ 输出侧噪声滤波器的安装。通过在变频器的输出侧连接噪声滤波器，能减轻无线电干扰和感应干扰，如图 4-10 所示。

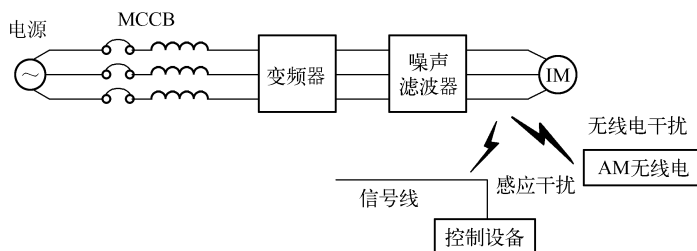


图 4-10 输出侧噪声滤波器的安装

⑤ 感应干扰防止措施。为了抑制从输出侧产生的感应干扰，除了设置上述的噪声滤波器以外，还有在接地的金属管内集中配线的方法。如信号线离开 30cm 以上，感应干扰的影响将会变小，如图 4-11 所示。

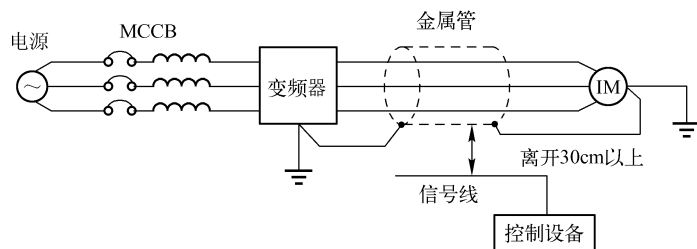


图 4-11 感应干扰防止措施

⑥ 无线电干扰防止措施。不单是输入输出线，从变频器主体也会放射无线电干扰。在输入侧和输出侧两边都设置噪声滤波器，变频器主体也设置在铁箱内进行屏蔽，这样能减轻无线电干扰。所以尽量缩短变频器和电动机间的接线距离，如图 4-12 所示。

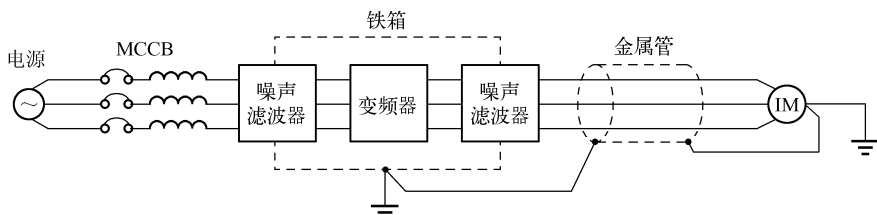


图 4-12 无线电干扰防止措施

⑦ 变频器与电动机之间的接线距离。变频器与电动机之间的接线距离较长时，电缆上的高频漏电流就会增加，从而引起变频器输出电流的增加，影响外围机器的正常运行。

⑧ 接地线的接线。进行接地线的接线时，应注意以下事项：

- 务必使接地端子接地；
- 接地线切勿与焊机及动力设备共用；
- 尽量使接地线连接得较短，由于变频器会产生漏电电流，所以如果与接地点距离太远，则接地端子的电位会不稳定；
- 当使用多台变频器时，注意不要使接地线绕成环形。接地线的接线如图 4-13 所示。

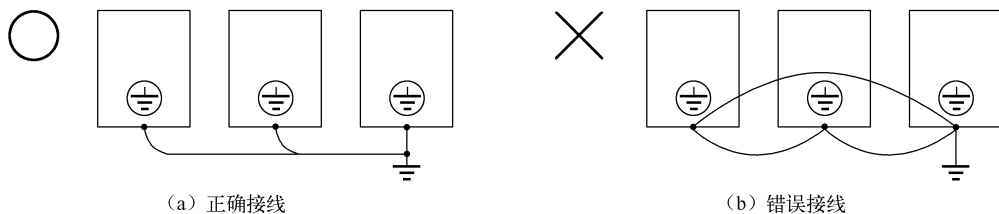


图 4-13 接地线的正确接线

⑨ 制动电阻器的连接（例如主体安装 3G3IV-PERF 型），如图 4-14 所示。

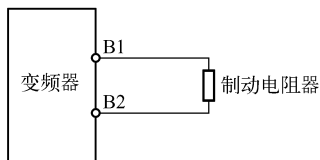


图 4-14 制动电阻器的连接

⑩ 制动电阻器单元（如 3G3IV-PLKEB 型）/制动单元（3G3IV-PCDBR 型）的连接如图 4-15 所示。



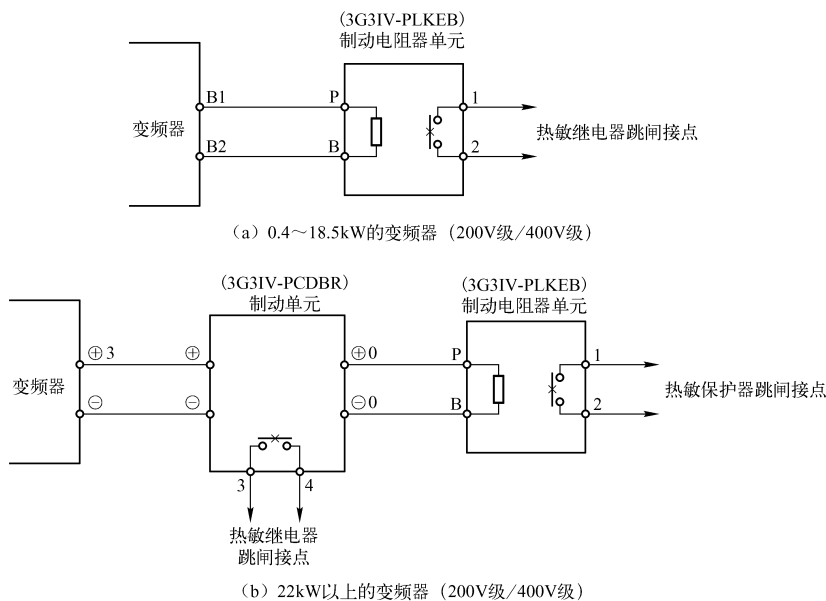


图 4-15 制动电阻器单元连接

4.1.4 欧姆龙 3G3RV-ZV1 变频器控制回路端子的接线

1. 控制回路使用电线尺寸的要求

当使用模拟量信号进行远程操作时，需要将模拟量操作器或操作信号与变频器之间的控制线设为 50m 以下，并且为了不受来自外围机器的感应干扰，并要求与强电回路（主回路及继电器顺控回路）分开接线。

如果频率是由外部频率设定而非数字式操作器设定，接线如图 4-16 所示，使用多股绞合屏蔽线，屏蔽线不应接地而应接在端子 E（G）上。

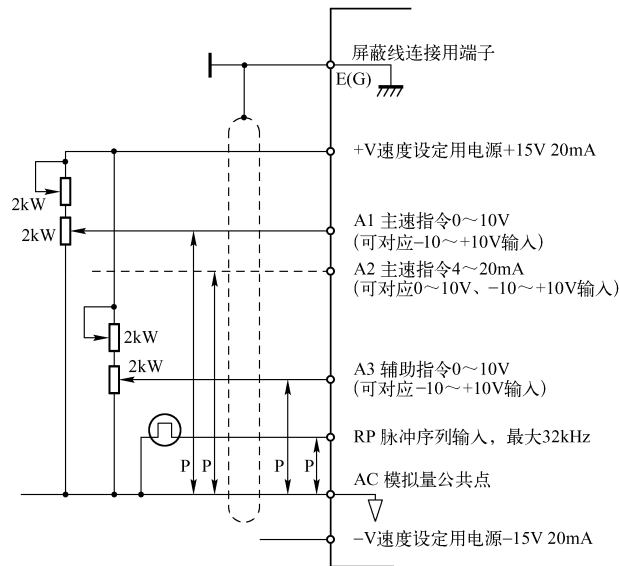


图 4-16 外部频率设定器接线

控制电路端子编号和电线尺寸的关系如表 4-4 所示。

表 4-4 控制电路端子编号和电线尺寸的关系

端子编号	端子螺钉	紧固力矩 (N·m)	可连接的电线尺寸 mm <sup>2</sup> (AWG)	推荐电线尺寸 mm <sup>2</sup> (AWG)
FM、AC、AM、P1、P2、PC、SC、 A1、A2、A3、+V、-V、S1、S2、S3、 S4、S5、S6、S7、S8、MA、MB、MC、 M1、M2	M3.5	0.8~1.0	0.5~2* <sup>2</sup> (20~14)	0.75 (18)
MP1、RP1R+, R-, R+, S-, IG	Phoenix 型	0.5~0.6	单线/* <sup>3</sup> 0.14~2.5 绞合线/0.14~1.5 (26~14)	0.75 (18)
E (G)	M3.5	0.8~1.0	0.5~2* <sup>2</sup> (20~14)	1.25 (12)

## 2. 控制回路接线

控制回路接线步骤如图 4-17 所示。

- 用细一字螺丝刀松开端子的螺钉；
- 将电线从端子排下方插入；
- 拧紧端子的螺钉。

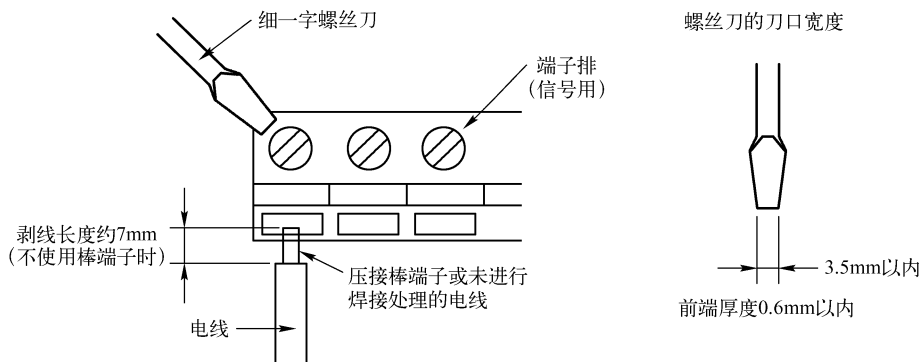


图 4-17 控制回路接线

## 3. 欧姆龙 3G3RV 变频器控制回路端子的功能

控制回路端子按符号区分的功能如表 4-5 所示。应根据用途选择适当的端子。

### 4. 分路跳线 CN5 与拨动开关 S1

以下对分路跳线 (CN5) 及拨动开关 (S1) 的详细内容进行说明, 如图 4-18 所示。

拨动开关 S1 的功能如表 4-6 所示。

CN5 适用于共发射极模式与共集电极模式, 如表 4-7 所示。使用 CN5 (分路跳线) 时, 输入端子的逻辑可在共发射极模式 (0V 公共点) 和共集电极模式 (+24V 公共点) 间切换。另外, 它还适用于外部 +24V 电源, 提高了信号输入方法的自由度。

表 4-5 控制回路端子一览表

种类	端子符号	信号名称	端子功能说明	信号电平
顺控输入信号	S1	正转运行—停止指令	ON1 正转运行 OFF；停止	DC+24V 8mA 光电耦合器绝缘
	S2	反转运行—停止指令	ON；反转运行 OFF；停止	
	S3	多功能输入选择 1 * 1	出厂设定 ON；外部故障	
	S4	多功能输入选择 2 * 1	出厂设定 ON；故障复位	
	S5	多功能输入选择 3 * 1	出厂设定 ON，多段速指令 1 有效	
	S6	多功能输入选择 4 * 1	出厂设定 ON，多段速指令 1 有效	
	S7	多功能输入选择 5 * 1	出厂设定 ON，多段速指定 2 有效	
	S8	多功能输入选择 6 * 1	出厂设定 ON，点动频率选择	
	SC	顺序控制输入公共点	出厂设定 ON，外部基极封锁	
模拟量输入信号	+V	+15V 电源	模拟量指令用+15V 电源	+15V（允许量大电流 20mA）
	—V	—15V 电源	模拟量指令用—15V 电源	—15V（允许量大电流 20mA）
	A1	主速频率指令	$-10\sim+10V/-100\sim+100\%$ $0\sim+10V/100\%$	$-10\sim+10V$ $0\sim+10V$ （输入阻抗 20kΩ）
	A2	多功能模拟量输入	$4\sim20mA/100\%$ ， $-10\sim+10V/-100\sim+100\%$ ， $0\sim+10/100\%$ 出厂设定， 与端子 A1 和相加（H3—09—0）	$4\sim20Ma$ （输入阻抗 250Ω） $-10\sim+10V$ $0\sim+10V$ （输入阻抗 20kΩ）
	A3	多功能模拟量输入	$-10\sim+10V/-100\sim+100\%$ ， $0\sim+10/100\%$ 出厂设定，未使用 （H3—05=1F）	$-10\sim+10V$ $0\sim+10V$ （输入阻抗 20kΩ）
	AC	模拟量公共点	0V	—
	E（O）	屏蔽线选购地线连接用	—	—
光电耦合器输出	P1	多功能 PHC 输出 1	出厂设定，零速 零速值（b2—01）以下，ON	DC+48V 50mA 以下乘以 2
	P2	多功能 PHC 输出 2	出厂设定，频率一致检出 设定频率的±2Hz 以内为 ON	
	PC	光电耦合器输出 公共点出 P1、P2 用）	—	
继电器输出	MA	故障输出（常开接点）	故障时，MA—MC 端子间 ON 故障时，MA—MC 端子间 OFF	干式接点接点容量 AC 250V，10mA 以上 1A 以下 DC 30V，10mA 以上 1A 以下 最小负载； DC 5V，10mA * 4
	MB	故障输出（常闭接点）		
	MC	继电器接点输出公共点	—	
	M1	多功能接点输出 （常开接点）	出厂设定：运行 运行时，M1—M2 端子间 ON	
	M2			

续表

种类	端子符号	信号名称	端子功能说明	信号电平
模拟量监视输出	FM	多功能模拟量监视 1	出厂设定：输出频率 0~+10V/100%频率	-10~+10V±5% 2mA 以下
	AM	多功能模拟量监视 2	出厂设定：电流监视 5V/变频器额定输出电流	
	AC	模拟量公共点	—	
脉冲序列输入输出	RP	多功能脉冲序列输入×3	出厂设定：频率指令输入 (H6-01=0)	0~32kHz (3kΩ)
	MP	多功能脉冲序列监视	出厂设定：输出频率 (H6-06=2)	0~32kHz (2.2kΩ)
RS-485 /422 通信	R+	MEMOBUS 通信输入	如果是 RS-485 (2 线) 制，请将 R+ 与 S+、R- 和 R- 短路	差动输入 PHC 绝缘
	R-			
	S+	MEMOBUS 通信输出		差动输出 PHC 绝缘
	S-			
	IG	通信用屏蔽线	—	—

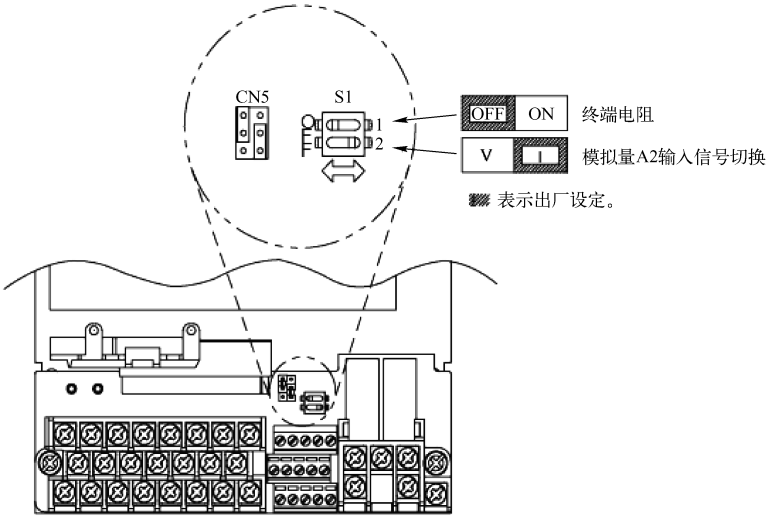
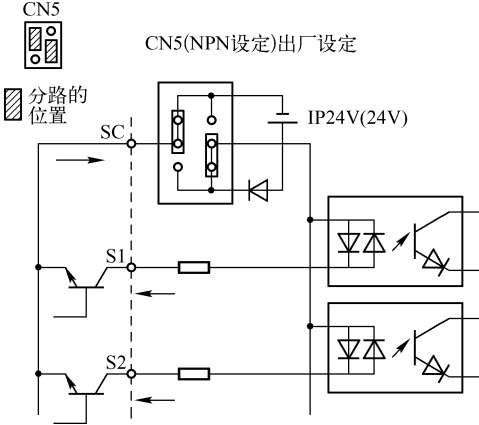
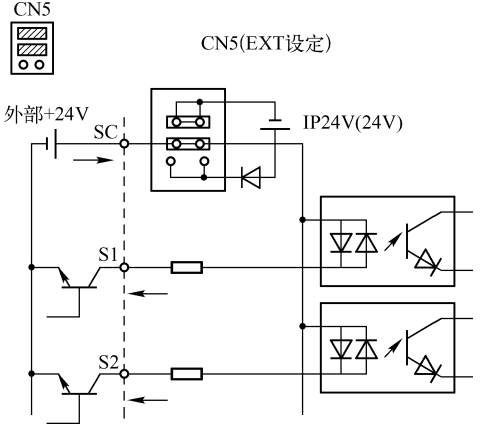
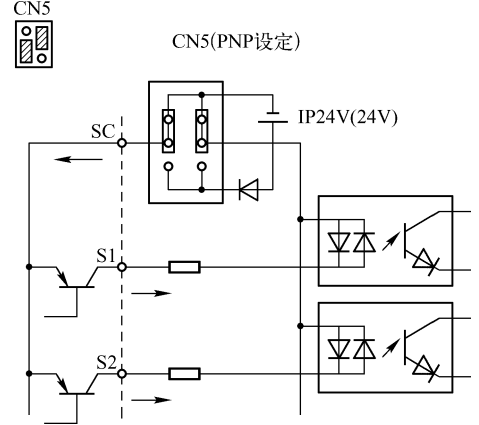
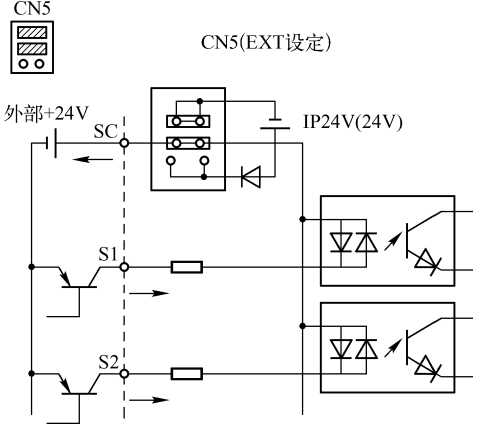


图 4-18 分路跳线 CN5 与拨动开关 S1

表 4-6 拨动开关 S1 的功能

名称	功能	设定
S1-1	RS-485 及 RS-422 终端电阻	OFF：无终端电阻 ON：终端电阻 110Ω
S1-2	模拟量输入（A2）的输入方式	OFF：0~10V，-10~10V 电压模式 （内部电阻为 20kΩ） ON：4~20mA 电流模式（内部电阻为 250Ω）

表 4-7 CN5 共发射极模式与共集电极模式的信号输入

	适用于内部电源	适用于外部电源
共发射极模式		
共集电极模式		

5. 欧姆龙 3G3RV 变频器控制回路端子的连接

欧姆龙 3G3RV 变频器控制回路端子的连接如图 4-19 所示。

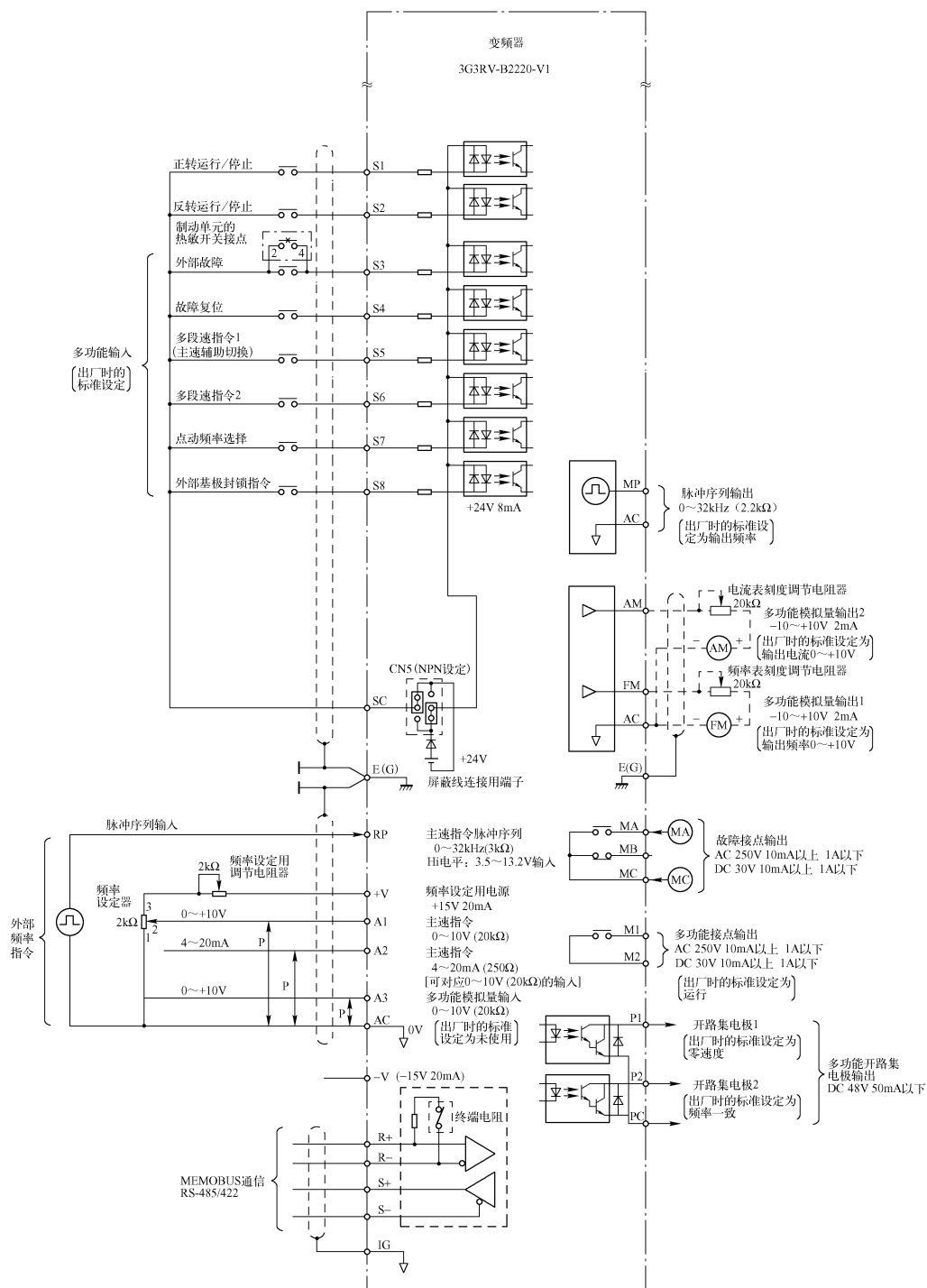


图 4-19 欧姆龙 3G3RV 变频器控制回路端子的连接

### 4.1.5 欧姆龙 3G3RV-ZV1 变频器的接线检查

接线完毕后，需要检查相互间的接线。接线的检查项目如下所示：

- 接线是否正确？
- 是否残留有线屑、螺钉等物？
- 螺钉是否松动？
- 端子部的剥头裸线是否与其他端子接触？

### 4.1.6 欧姆龙 3G3RV-ZV1 变频器选购卡的安装与接线

在变频器的使用中给所使用的电动机装置设速度检出器（PG 卡），将实际转速反馈给控制装置进行控制的，称为“闭环”，不用 PG 卡运转的就叫作“开环”。通用变频器多为开环方式，而高性能变频器基本都采用闭环控制。

欧姆龙 3G3RV 变频器上最多可安装 3 张选购卡。如图 4-20 所示，在控制电路板上的 3 处（A、C、D）各安装 1 块，同时最多能安装 3 块选购卡。选购卡的种类和规格如表 4-8 所示。

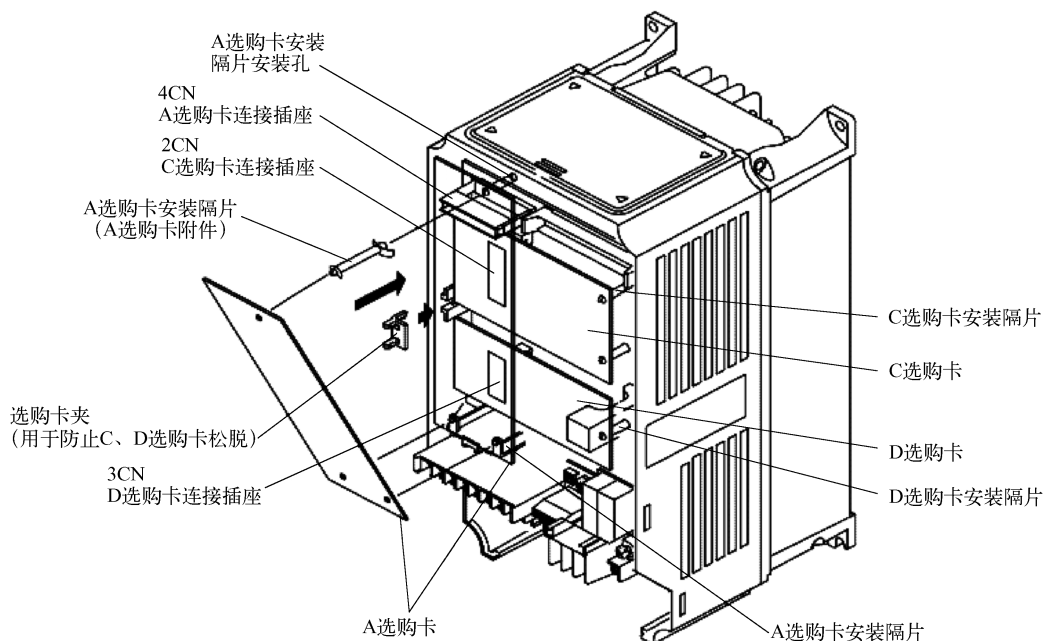


图 4-20 欧姆龙 3G3RV 变频器选购卡的安装结构图

#### （1）安装方法。

安装选购卡时，请先卸下端子外罩，并确认变频器内的充电指示灯已经熄灭。然后再卸下数字式操作器及前外罩，安装选购卡。



表 4-8 欧姆龙 3G3RV 变频器选购卡的规格

卡 的 种 类	型 号	规 格	安 装 场 所
PG 速度控制卡	3G3FV-PPGA2	对应开路集电极/补码、单相输入	A
	3G3FV-PPGB2	对应补码，A/B 相输入	A
	3G3FV-PPGD2	对应线驱动，单位相输入	A
	3G3FV-PPGX2	对应线驱动，A/B 相输入	A
DeviceNet 通信卡	3G3RV-PDRT2	对应 DeviceNet 通信	C

(2) PG 速度控制卡的端子与规格。

各种控制模式专用的 PG 速度控制卡的端子规格如下。

① 3G3FV-PPGA2，3G3FV-PPGA2 的端子规格如表 4-9 所示。

表 4-9 3G3FV-PPGA2 的端子与规格

端子	NO	内 容	规 格
TA1	1	脉冲发生器用电源	DC+12V (±5%)，最大为 200mA
	2		DC 0V (电源用 GND)
	3	+12V 电压/开路集电极切换端子	在+12V 电压输入和开路集电极之间进行切换的端子，当为开路集电极输入时，请将3-4 间短路
	4		
	5	脉冲输入端	H: +4~+12V L: +1V 以下 (最高尖频率 30kHz)
	6		脉冲输入公共点
	7	脉冲监视输出端子	+12V (±10%)，最大为 20mA
	8		脉冲监视输出公共点
TA2	(E)	屏蔽线连接端子	—

② 3G3FV-PPGB2，3G3FV-PPGB2 的端子规格如表 4-10 所示。

表 4-10 3G3FV-PPGB2 的端子与规格

端子	NO	内 容	规 格
TA1	1	脉冲发生器用电源	DC+12V (±5%)，最大为 200mA
	2		DC 0V (电源用 GND)
	3	A 相脉冲输入端子	H: +8~+12V L: +1V 以下 (最高尖频率 30kHz)
	4		脉冲输入公共点
	5	B 相脉冲输入端	H: +4~+12V L: +1V 以下 (最高尖频率 30kHz)
	6		脉冲输入公共点

续表

端子	NO	内 容	规 格
TA2	1	A 相脉冲监视输出端子	开路集电极开路 DC 24V，最大为 30mA
	2		A 相脉冲监视输出公共点
	3	B 相脉冲监视输出端子	开路集电极开路 DC 24V，最大为 30mA
	4		B 相脉冲监视输出公共点
TA3	(E)	屏蔽线连接端子	—

③ 3G3FV-PPGD2，3G3FV-PPGD2 的端子规格如表 4-11 所示。

表 4-11 3G3FV-PPGD2 的端子与规格

端子	NO	内 容	规 格
TA1	1	脉冲发生器用电源	DC+12V（±5%），最大为 200mA
	2		DC 0V（电源用 GND）
	3		DC+5V（±5%），最大为 200 mA
	4	脉冲输入+端子	线驱动输入（RS-422 值输入） 最高响应频率 300kHz
	5	脉冲输入-端子	
	6	公共点端子	—
	7	脉冲监视输出+端子	线驱动输出（RS-422 值输出）
	8	脉冲监视输出-端子	
TA2	(E)	屏蔽线连接端子	—

注：DC+5V 与 DC+12V 不能同时使用。

④ 3G3FV-PPGX2，3G3FV-PPGX2 的端子与规格如表 4-12 所示。

表 4-12 3G3FV-PPGX2 的端子与规格

端子	NO	内 容	规 格
TA1	1	脉冲发生器用电源	DC+12V（±5%），最大为 200mA
	2		DC 0V（电源用 GND）
	3		DC+5V（±5%），最大为 200mA
	4	A 相+输入端子	线驱动输入（RS-422 值输入） 最高响应频率 300kHz
	5	A 相-输入端子	
	6	B 相+输入端子	
	7	B 相-输入端子	
	8	Z 相+输入端子	
	9	Z 相-输入端子	
	10	公共点端子	DC 0V（电源用 GND）
TA2	1	A 相+输入端子	线驱动输出（RS-422 值输出）
	2	A 相-输入端子	
	3	B 相+输入端子	

续表

端子	NO	内 容	规 格
TA2	4	B 相—输入端子	线驱动输出 (RS-422 值输出)
	5	Z 相+输入端子	
	6	Z 相—输入端子	
	7	控制回路公共点	控制回路 GND
TA3	(E)	屏蔽线连接端子	—

注：DC+5V 与 DC+12V 不能同时使用。

(3) 选购卡的接线。

以下表示适用于各控制卡的接线示例

① 3G3FV-PPGA2 的接线如图 4-21 所示。

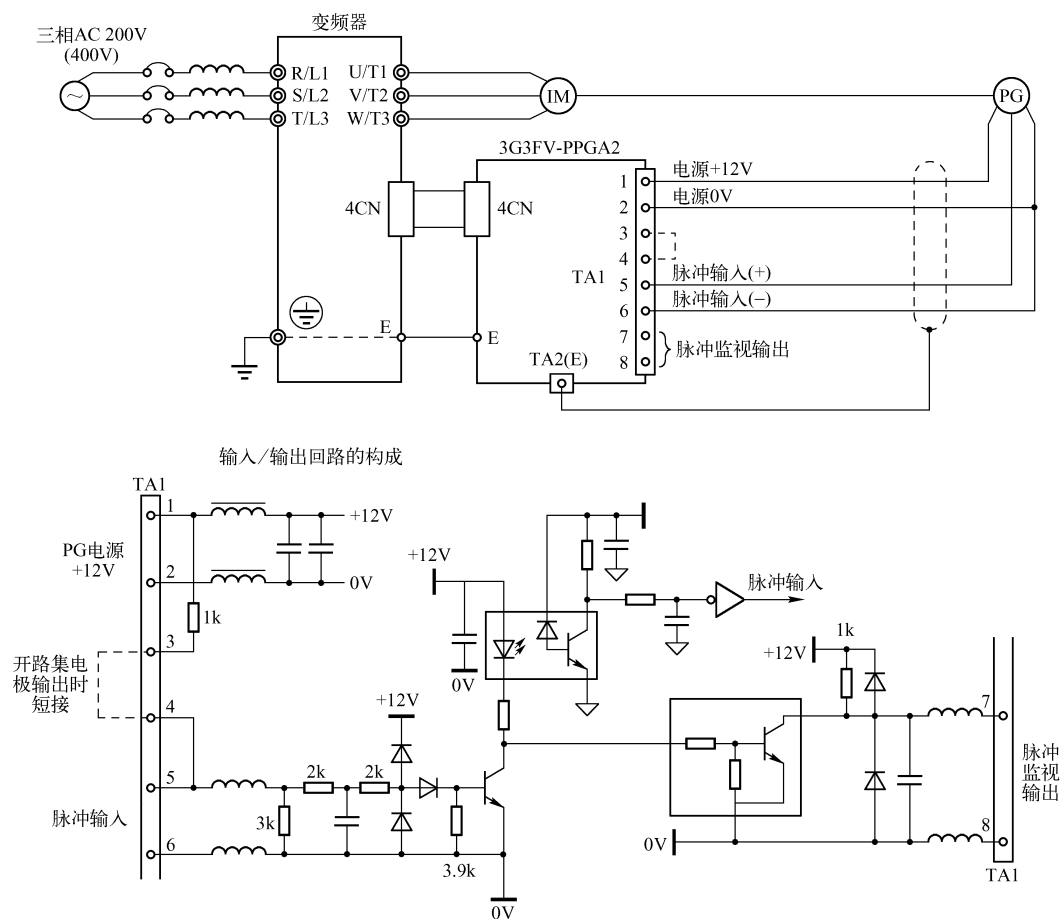


图 4-21 3G3FV-PPGA2 的接线图

② 3G3FV-PPGB2 的接线如图 4-22 所示。

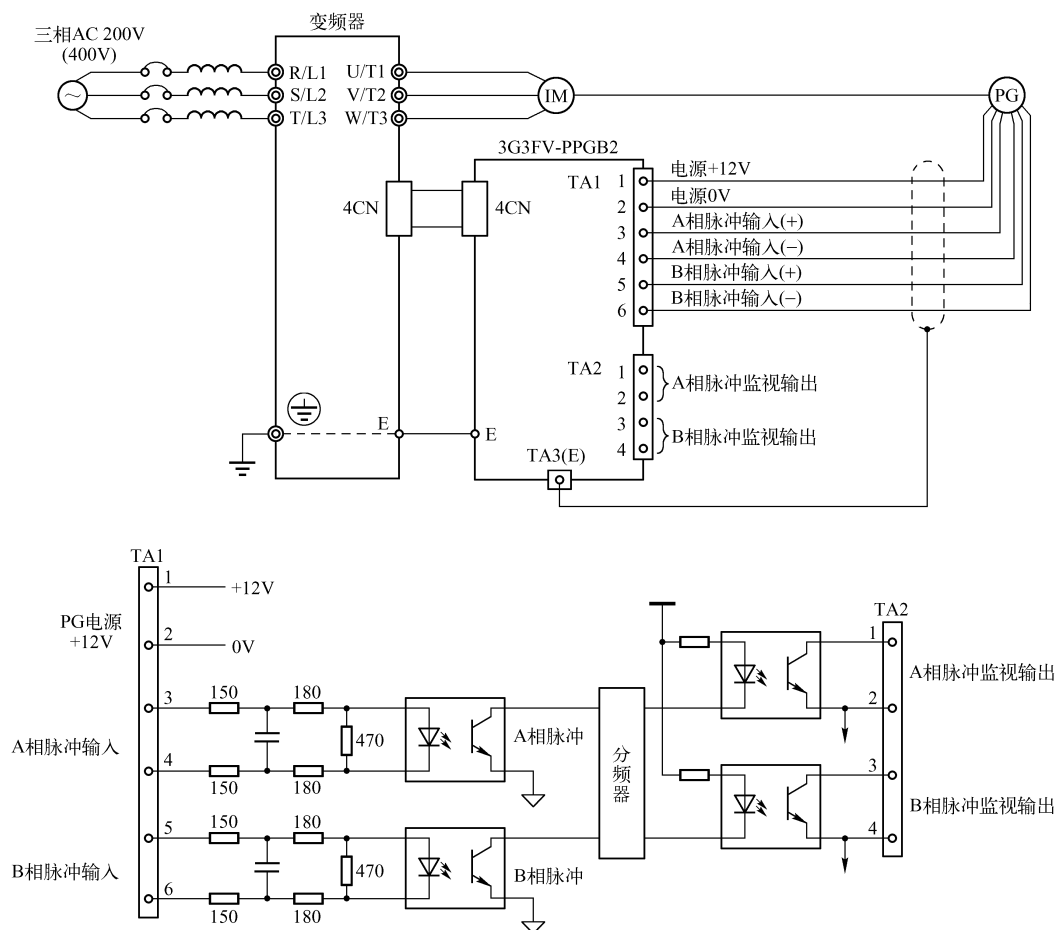


图 4-22 3G3FV-PPGB2 的接线图

③ 3G3FV-PPGD2 的接线如图 4-23 所示。

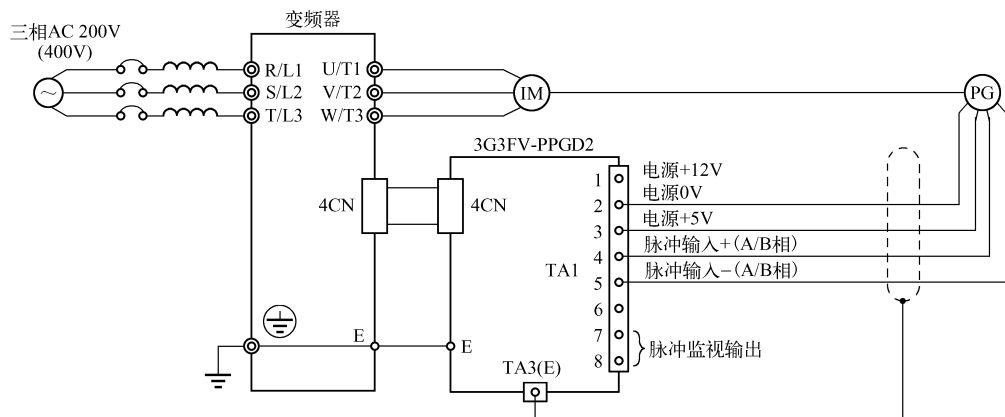


图 4-23 3G3FV-PPGD2 的接线图

④ 3G3FV-PPGX2 的接线如图 4-24 所示。

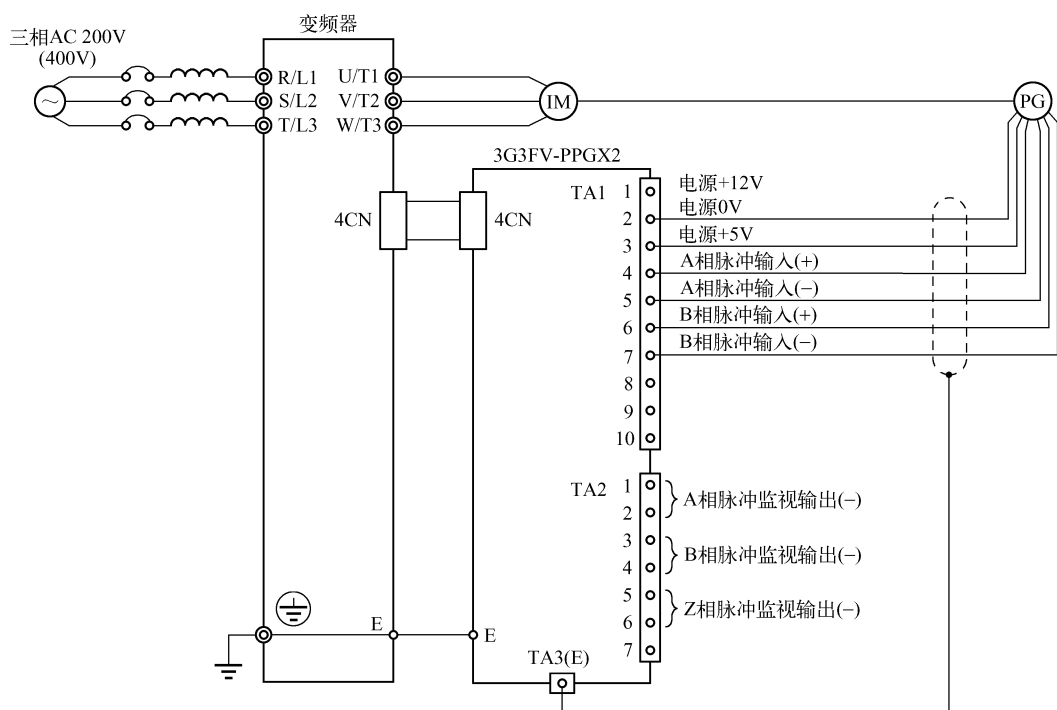


图 4-24 3G3FV-PPGX2 的接线图

#### ⑤ PG（编码器）脉冲数的选择

PG 脉冲数的选择方法根据选购卡的种类而异，应根据种类进行选择。

当为 3G3FV-PPGA2/3G3FV-PPGB2 时 PG 输出脉冲检测的最大值为 32 767Hz。选择在最高频率输出时的电动机转速下，输出值在 20kHz 左右的 PG。

$$\frac{\text{最高频率输出时的电动机转速}(\text{min}^{-1})}{60} \times \text{PG 参数}(\text{p/rev}) = 20\,000\text{Hz}$$

最高频率输出时的电动机转速与 PG 输出频率（脉冲数）的选择示例如表 4-13 所示。

表 4-13 最高频率输出时的电动机转速与 PG 输出频率（脉冲数）的选择示例

最高频率输出时的电动机转速 (min)	PG 参数 (p/rev)	最高输出频率时的 PG 输出频率 (Hz)
1800	600	18 000
1500	600	15 000
1200	900	18 000
900	1200	18 000

当为 3G3FV-PPGA2/3G3FV-PPGB2 时接线示例如图 4-25 所示。

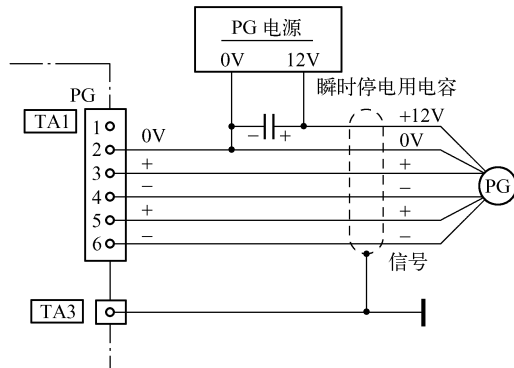


图 4-25 3G3FV-PPGB2 的接线示例

当为 3G3FV-PPGD2/3G3FV-PPGX2 时，PG 用的电源有 12V 和 5V 两种。在使用前应事先确认 PG 的电源规格再进行连接。PG 输出脉冲检测的最大值为 300kHz。PG 的输出频率（ $f_{PG}$ ）可由下式求出。

$$f_{PG}(\text{Hz}) = \frac{\text{最高频率输出时的电动机转速}(\text{min}^{-1})}{60} \times \text{PG 参数}(\text{p/rev})$$

PG 电源容量在 200mA 以上时，应准备其他电源。需要进行瞬时停电处理时，要准备备用电容，3G3FV-PPGX2 的连接示例如图 4-26 所示。

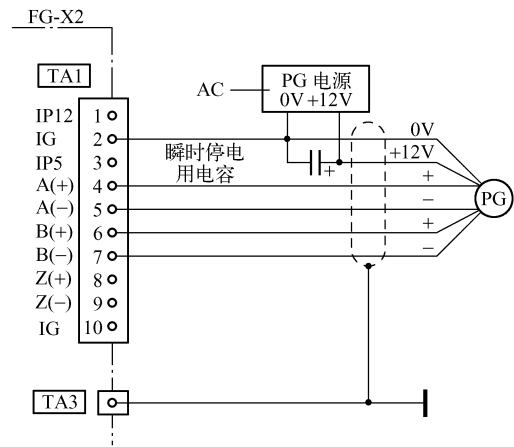


图 4-26 3G3FV-PPGX2 的连接示例（以 12V 电源的 PG 为例）

4.2 安邦信 AMB-G9 矢量变频器

4.2.1 安邦信 AMB-G9 端子排的排列

安邦信 AMB-G9 控制回路端子排的排列如下所示：

COM	S1	S2	S3	S4	S5	S6	COM	+12	VS	GND	IS	AM	GND	M1	M2	MA	MB	MC
-----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	----	-----	----	----	-----	----	----	----	----	----

- 模拟信号输入：IS、VS；
- 开关信号输入：S1、S2、S3、S4、S5、S6、COM；
- 开关信号输出：M1、M2、MA、MB、MC；
- 模拟信号输出：AM、GND；
- 电源。

安邦信 AMB-G9 主回路端子的排列

安邦信主回路端子位于变频器的前下方。中、小容量机种直接放置在主回路印制电路板上，大容量机种则安装固定在机箱上，其端子数量及排列位置因功能与容量的不同而有所变化，如图 4-27 所示。

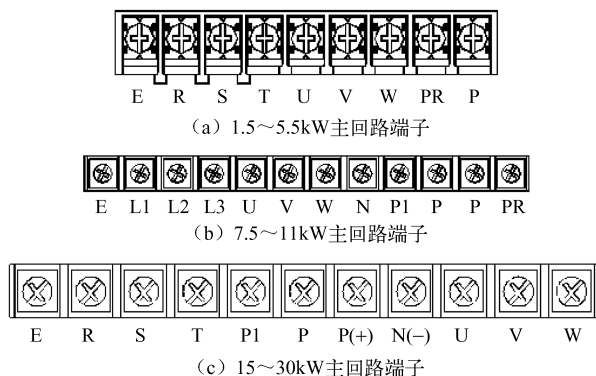


图 4-27 安邦信 AMB-G9 主回路端子的排列

主回路端子说明如下：

- 输入电源：R、S、T；
- 接地线： $\perp$ ；
- 直流母线： $\oplus$ 、 $\ominus$ ；
- 回升制动电阻连线：PB；
- 电动机接线：U、V、W。

## 4.2.2 安邦信 AMB-G9 各回路端子的功能

### 1. 安邦信 AMB-G9 主回路端子的功能

主回路端子功能如表 4-14 所示，在使用中依据对应功能需要我们正确接线。

安邦信 AMB-G9 控制回路端子的功能如表 4-15 所示。

表 4-14 安邦信 AMB-G9 主回路端子功能

端子标号	功能说明
R、S、T	交流电源输入端子，接三相交流电源或单相交流电源
U、V、W	变频器输出端子，接三相交流电动机
$\oplus$ 、 $\ominus$	外接制动单元连接端子， $\oplus$ 、 $\ominus$ 分别为直流母线的正负极
$\oplus$ 、PB	制动电阻连接端子，制动电阻一端接 $\oplus$ ，另一端接 PB
P1、P	外接直流电抗器端子，电抗器一端接 P，另一端接 P1
$\perp$	接地端子，接地

表 4-15 安邦信 AMB-G9 控制回路端子的功能

分 类	端 子	信号功能	说 明		信号电平
开关输入信号	S1	正向运转/停止	闭合时正向运转打开时停止		光电耦合器隔离输入： 24V，8mA
	S2	反向运转/停止	闭合时反向运转打 开时停止	多功能接点输入 (F041-F045)	
	S3	外部故障输入	闭合时故障打开时 正常		
	S4	故障复位	闭合时复位		
	S5	多段速度指令 1	闭合时有效		
	S6	多段速度指令 1	闭合时有效		
	COM	开关公共端子	—		
模拟 输入信号	+12V	+12V 电源输出	模拟指令+12V 电源		+12V
	VS	频率指令输入电压	0~10V/100%	F042=0；VS 有效 F042=1；IS 有效	0~10V
	IS	频率指令输入电流	4~20Ma/100%		4~20Ma
	GND	信号线屏蔽外皮的 连接端子	—		—
开关 输出信号	M1	运转中信号（常开 接点）	运行时闭合	多 功 能 接 点 输 出 (F041)	接点容量：250V AC、 1A、30V DC、1A
	M2				
	MA	故障接点输出（常 开/常闭接点）	端子 MA 和 MC 之间 闭合时故障；端子 MB 和 MC 之间打开时故障	多 功 能 接 点 输 出 (F040)	
	MB				
	MC				
模拟 输出信号	AM	频率表输出	0~10V/100%频率	多功能模拟量监视 (F048)	0~10V 2mA
	GND	公共端			

4.2.3 安邦信 AMB-G9 标准接线

安邦信 AMB-G9 变频器标准接线如图 4-28 和图 4-29 所示。

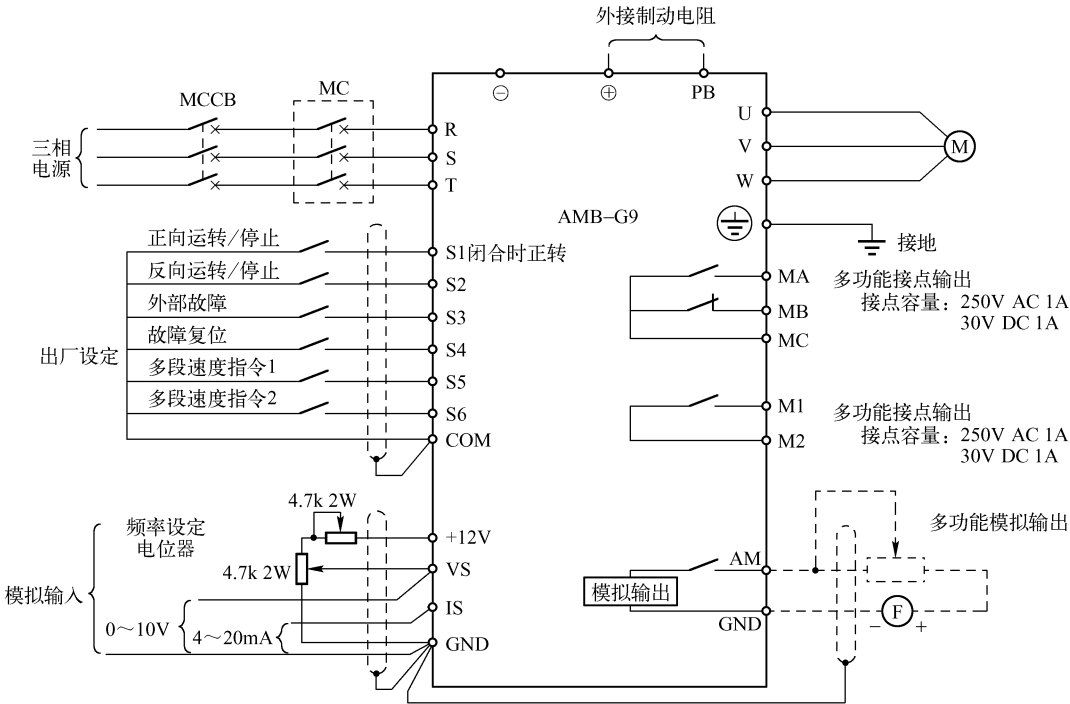


图 4-28 安邦信 AMB-G9 15kW 及以下变频器接线图



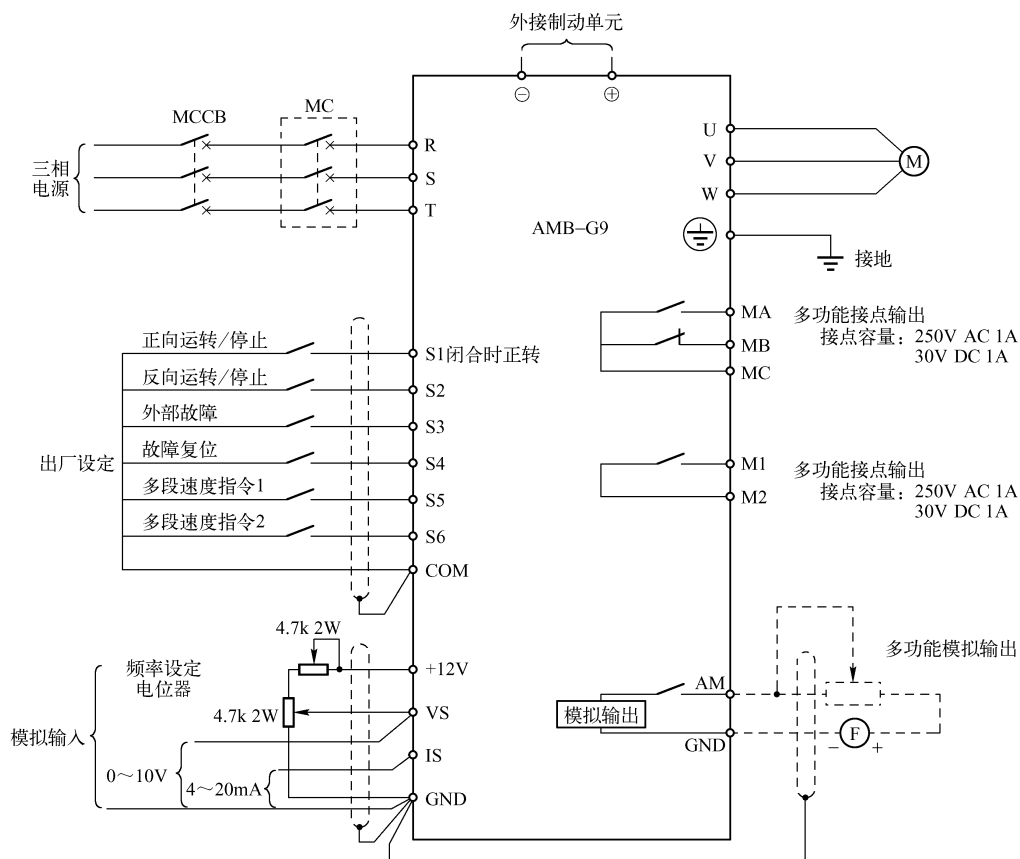


图 4-29 安邦信 AMB-G9 18kW 及以上变频器接线图

### 4.3 艾默生 TD1000 系列矢量变频器

#### 4.3.1 艾默生 TD1000 主回路输入/输出端子介绍

TD1000 系列变频器根据型号的不同, 有两种主回路输入/输出端子, 排序图分别如图 4-30 所示。

R	S	T	PB	P (+)	(-)	进线端子 (机器顶部)
U	V	W			PE	出线端子

(a) 排序图一

P (+)	PB	R	S	T	U	V	W
-------	----	---	---	---	---	---	---

(b) 排序图二

图 4-30 TD1000 系列变频器两种主回路输入/输出端子排序图

排序图 1 适用机型 (结构 a): 2S0007G、2S0015G、2T0015G、4T0007G、4T0015G、TD1000A-T0022G。

排序图 2 适用机型（结构 b）：2S0022G、2T0022G、2T0037G、4T0022G、4T0037G/P、4T0055G/P。

艾默生 TD1000 主回路端子功能描述如表 4-16 所示。

表 4-16 艾默生 TD1000 主回路端子功能

端子名称	功能说明
P（+）、PB、（-）	P（+）：正母排，PB：制动单元接点，（-）：负母排
R、S、T	三相电源输入端子
U、V、W	电动机接线端子
PE	安全接地端子或接地点

4.3.2 艾默生 TD1000 控制板端子介绍

TD1000 系列变频器根据型号的不同，有两种控制回路端子排序。端子名称如图 4-31 所示。

TA	TC		X2	X4	GND	REV	Y2		VREF	GND	RM/AM	
	TB		X1	X3	X5	FWD	Y1	P24	COM	VCI	CCI	CCO

(a) 控制端子排序图 1

TA	TC		X2	X4	COM	REV	Y2		VREF	GND	FM/AM	
	TB		X1	X3	X5	FWD	Y1	P24		VCI	CCI	CCO

(b) 控制端子排序图 2

图 4-31 TD1000 系列变频器两种控制回路端子排序

控制端子排序图 1 适用机型（结构 a）：2S0007G、2S0015G、2T0015G、4T0007G、4T0015G、TD1000A-4T0022G。

控制端子排序图 2 适用机型（结构 b）：2S0022G、2T0022G、2T0037G、4T0022G、4T0037G/P、4T0055G/P。

艾默生 TD1000 控制板端子控制板端子功能表如表 4-17 所示。

表 4-17 艾默生 TD1000 控制板端子功能表

	端子记号	端子功能说明	规格
控制端子	X1- X5- COM/GND	多功能输入端子 1~5	多功能选择功能码 F067=F071
	FWD- COM/GND REV- COMGND	运行控制（正转/停止） 运行控制（反转/停止）	光耦输入端 DC：24V
	Y1 Y2 (参考地为 COM)	多功能输出端子 1 多功能输出端子 2	开路集电极输出 DC： 24V，最大输出电流 100mA
	P24 (参考地为 COM)	24V 电源	+24V，最大输出电流 100mA
	参考地为 GND	VREF	外接频率设定用辅助电源 DC：+10V
		VC	模拟电压频率设定输入 输入范围 0~+10V
		CCI	模拟电流频率设定输入 输入范围 0~20mA，输入阻抗 500Ω
		CCO	运行频率模拟电流输出 4~20mA
		FM/AM	输出频率/电流显示 0~+10V
	TA, TB, TC	变频器正常或不通时： TA-TB 闭合，TA-TC 断开上电后 变频器故障； TA-TB 断开，TA-TC 闭合	触点额定值： AC：250V/2A DC：30V/1A

续表

	端子记号	端子功能说明	规格
通信端子	+, -	+ 为 RS-485 信号+端; - 为 RS-485 信号-端	标准 RS-485 接口信号的端子

4.3.3 艾默生 TD1000 的基本配线知识

艾默生 TD1000 的基本配线如图 4-32 所示。

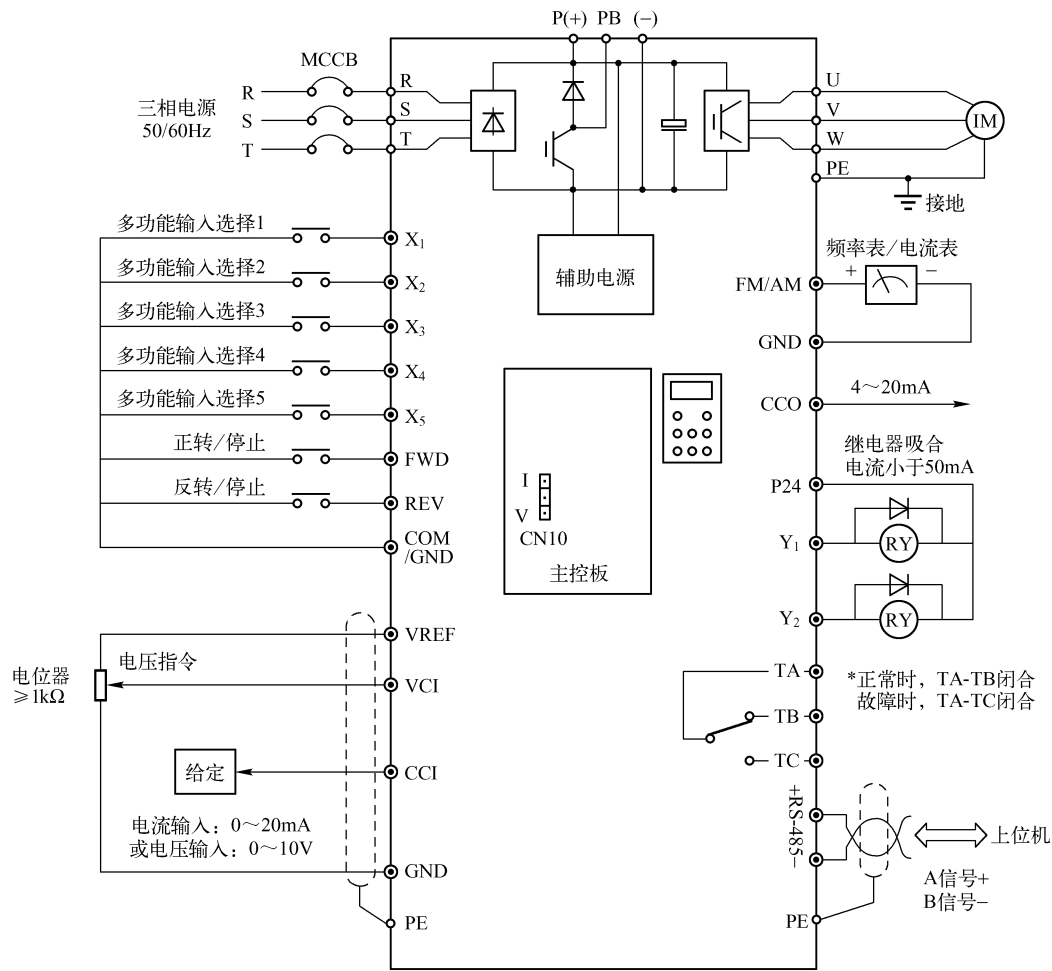


图 4-32 艾默生 TD1000 的基本配线

4.4 中源通用矢量变频器

4.4.1 中源矢量变频器主回路端子接线

单相 220V 1.5~2.2kW 及三相 380V 0.75~15kW 功率端子示意图如图 4-32 所示。

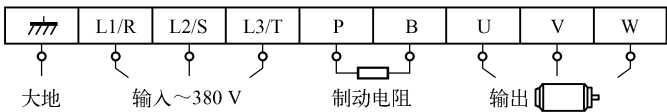


图 4-32 中源单相 220V 1.5~2.2kW 及三相 380V 0.75~15kW 端子示意  
三相 380V 18.5kW 以上功率端子示意图如图 4-33 所示。

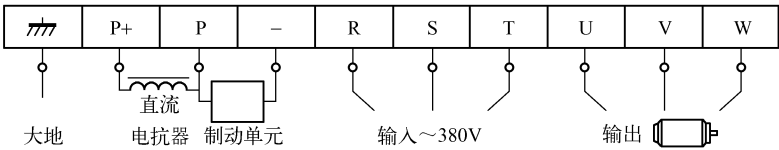


图 4-33 中源三相 380V 18.5kW 以上功率端子示意图  
中源矢量变频器主回路端子的功能如表 4-18 所示。

表 4-18 中源矢量变频器主回路端子的功能

端子名称	端子标号	端子功能说明
电源输入端子	L1/R、L2/S、L3/T	三相 380V 交流电压输入端子，单相 220V 接 L1/R、L2/S
变频器输出端子	U、V、W	变频器输出端子、接电动机
接地端子	PE/E	变频器接在此端子
其他端子	P、B	制动电阻连接端子（注：无内置制动单元的变频器无 P、B 端子）
	P+、-（N）	共直流母线连接端子
	P、-（N）	外接制动单元。P 接制动单元的输入端子“P”或“DC+”，-（N）接制动单元的输入端“N”或“DC-”
	P、P+	外接直流电抗器

4.4.2 中源矢量变频器控制回路接线

中源矢量变频器控制端子示意图如图 4-34 所示。

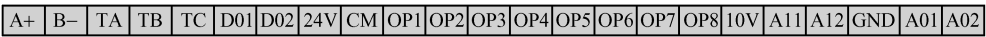


图 4-34 中源矢量变频器控制端子示意图

中源矢量变频器控制端子的功能简介如表 4-19 所示。

表 4-19 中源矢量变频器控制端子的功能

端 子	类 别	名 称	功 能 说 明	
D01	输出信号	多功能输出端子 1	表征功能有效时该端子与 OM 间为 0V，停机时其值为 24V	输出端子功能按出厂值定义；也可以通过修改功能码，改变其初始状态
D02 注		多功能输出端子 2	表征功能有效时该端子与 OM 间为 0V，停机时其值为 24V	
TA		继电器触点	TC 为公共点，TB-TC 为常闭触点，TA-TC 为常开触点；15kW 及以下功率机器触点容量为 10A/125V AC、5A/250V AC、5A/30V DC、7A/250V AC、7A/30V AC	
TB				
TC				

续表

端 子	类 别	名 称	功 能 说 明
A01		运行频率	外接频率表和转速表，其负极接 GND，详细介绍可参看 F423-F426
A02		电流显示	外接电流表，其负极接 GND，详细介绍可参看 F427-F430
10V	模拟电源	自给电源	变频器内部 10V 自给电源，供本机使用；外用时只能做电压控制信号的电源，电流限制在 20mA 以下
A11	输入信号	电压模拟量输入端口	模拟量调速时，电压信号由该端子输入，电压输入的范围为 0~10V，地接 GND，采用电位器调速时，该端子接中间抽头，地接 GND
A12		电压/电流模拟量输入端口	模拟量调速时，电压或电流信号由该端子输入，电压输入的范围为 0~5V 或者 0~10V，电流输入为 4~20mA，输入电阻为 500Ω，其地为 GND，如果输入为 4~20mA，请调整功能码 F406=2。电压和电流信号的选择可通过拨码开关来实现，具体操作方法见表 4-2，出厂值默认为 0~20mA 电流通道
GND	模拟地	自给电源地	外部控制信号（电压控制信号或电流源控制信号）接地端，也是本机 10V 电源地
24V	电源	控制电源	24+1.5V 电源，地为 GM；外用时限制在 50mA 以下
OP1	数字输入控制端子	点动端子	该端子为有效状态时，变频器点动运行，停机状态和运行状态下，端子点动功能均有效，若定义为脉冲输入调速，此端子可作调整脉冲输入口，最高频率为 50kHz
OP2		外部急停	该端子为有效状态时，变频器显示“ESP”
OP3		正转端子	该端子为有效状态时，变频器正向运转
OP4		反转端子	该端子为有效信号时，变频器反向运转
OP5		复位端子	故障状态下给予一个有效信号，使变频器复位
OP6		自由停机	运行中给此端子一个有效信号，可使变频器自由停机
OP7 注		运行端子	该端子为有效状态时，变频器将按照加速时间运行
OP8 注		停机端子	运行中给此端子一个有效信号，可使变频器减速停机
CM	公用端	控制电源地	24V 电源及其他控制信号的地
A+ 注	RS-485 通信端子	RS-485 差分信号正端	遵循标准：TIA/EIA-485（RS-485）通信协议：Modbus 通信速度：1200/2400/4800/9600/192 500/38 400/57 600bps
B- 注		RS-485 差分信号负端	

#### 4.4.3 中源矢量变频器总体接线介绍

图 4-35 为中源矢量变频器 A900 系列变频器的接线示意图。图中指出了各类端子的接线方法，实际使用中并不是每个端子都要接线，我们可以根据使用要求选用。

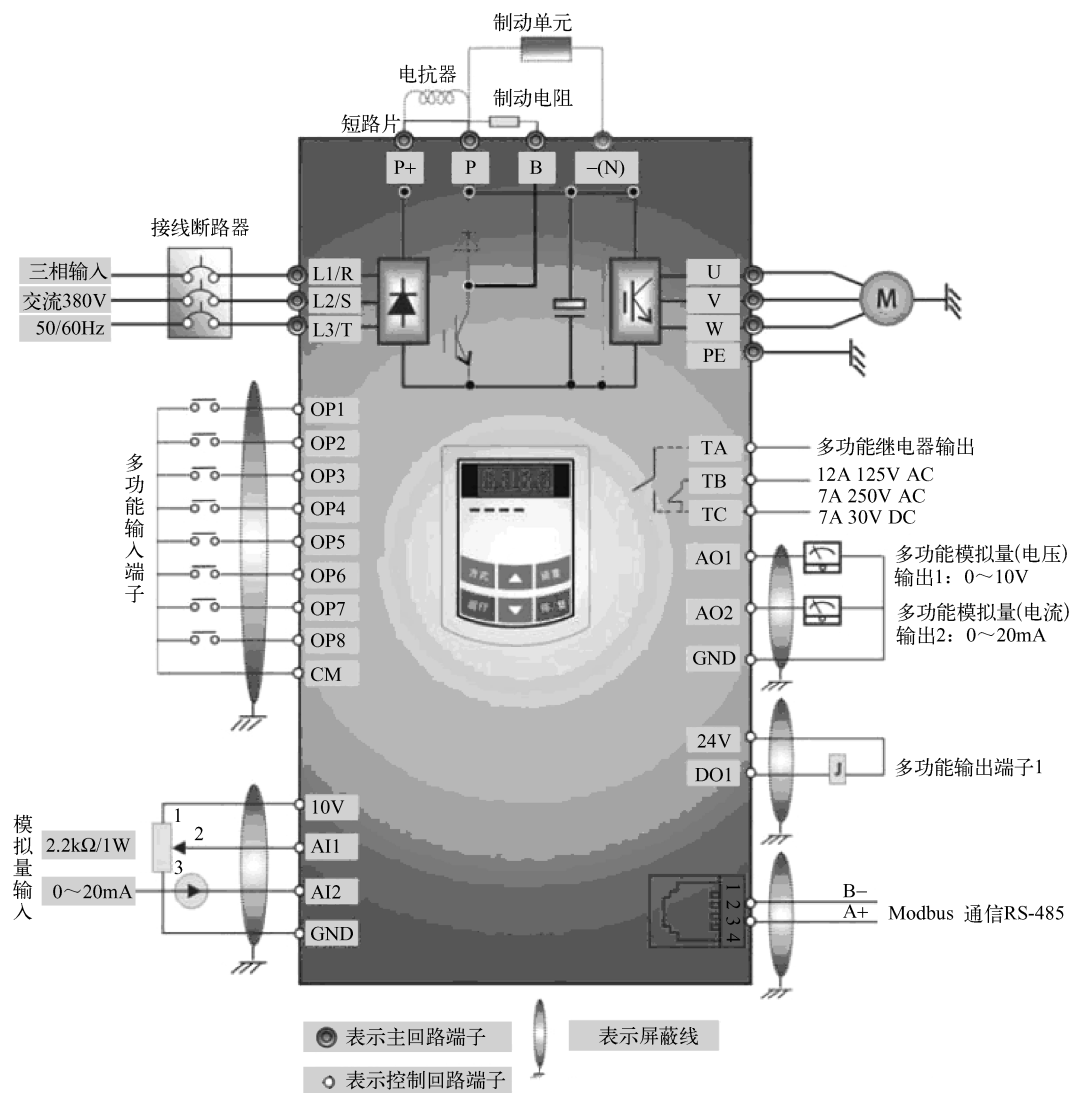


图 4-35 中源矢量变频器接线图

# 第 5 章 高性能通用矢量变频器的 数字式操作器与操作模式实战

## 5.1 欧姆龙 3G3RV 变频器数字式操作器

5.1.1 欧姆龙 3G3RV 变频器数字式操作器的显示部分介绍

数字式操作器各按键的名称与功能如图 5-1 所示。

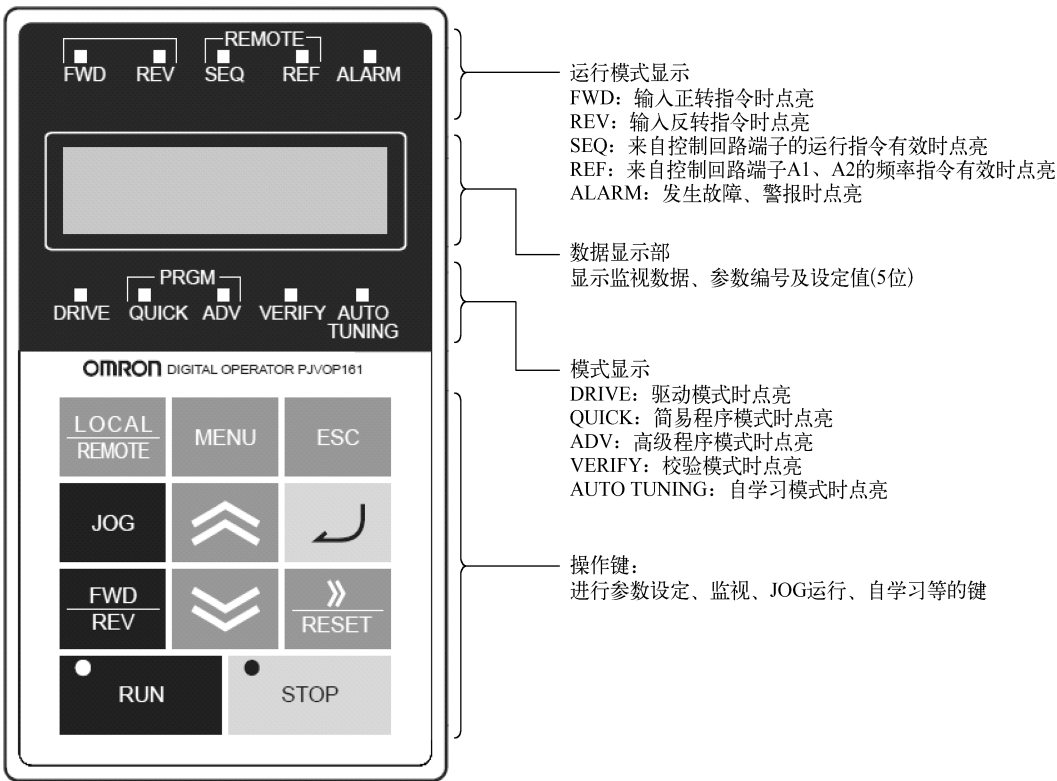


图 5-1 欧姆龙 3G3RV 变频器数字式操作器各部分的名称与功能

5.1.2 欧姆龙 3G3RV 变频器数字式操作器的操作部分介绍

表 5-1 给出了欧姆龙 3G3RV 变频器数字式操作器中操作键的名称及其功能。

表 5-1 欧姆龙 3G3RV 变频器数字式操作器中操作键的名称和功能

键	在正文中的名称	功 能
LOCAL PEMOTE	LOCAL/REMOTE 键 (运行操作选择)	对用数字式操作器（操作器）进行运行（LOCAL）与用控制回路端子进行运行（REMOTE）的方式进行切换时按下该键。通过参数 02-01 设定，可设定该键为有效或无效
MENU	MENU 键（菜单）	选择各模式
ESC	ESC 键（退回）	回到按 DATA/ENTER 键前的状态
JOG	JOG 键（点动）	使用操作器运行时进行点动运行的键
FWD REV	FWD/REV 键 (正转/反转)	使用操作器运行时切换运行方向的键
RESET	Shift/RESET 键 (切换/复位)	选择参数设定时时位数的键； 发生故障时作为故障复位键使用
	增量键	选择模式、参数编号、设定值（增加）等； 进入下一个项目及数据时使用
	减量键	选择模式、参数编号、设定值（减少）等； 返回前一个项目及数据时使用
	DATA/ENTER 键 (数据/输入)	确定各种模式、参数、设定值时按下该键； 也可用于从一个画面进入下一个画面； 在低电压检出（UV 中）参数设定值不可变更
RUN	RUN 键（运行）	用操作器运行时，按此键运行变频器
STOP	STOP 键（停止）	用操作器运行时，按此键停止变频器； 进行控制回路端子运行时，通过设定参数（02-02），可 设定该键为有效或无效

在数字式操作器 RUN、STOP 键的左上方有指示灯。RUN、STOP 指示灯根据运行状态会点亮、闪烁或熄灭。例如，DB（初始励磁）时 RUN 键闪烁，STOP 键点亮。数字式操作器的 RUN、STOP 键和变频器的运行状态有关的指示灯显示如图 5-2 所示。

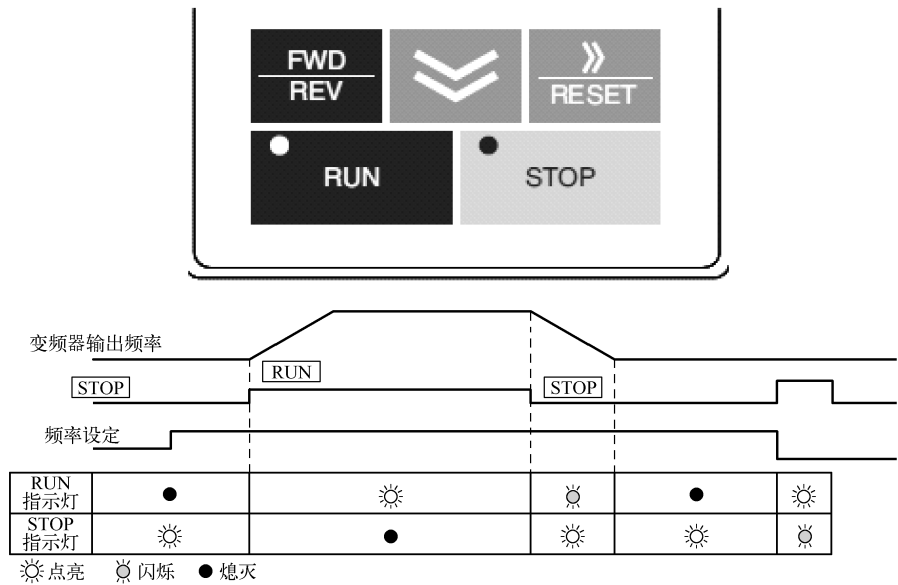


图 5-2 RUN、STOP 指示灯及其显示



数字式操作器 RUN、STOP 指示灯的显示条件如表 5-2 所示。含有多个条件时，优先顺序高的灯被显示。

表 5-2 数字式操作器 RUN、STOP 指示灯和显示条件

显示的优先顺序	RUN 指示灯	STOP 指示灯	运行状态	显示条件
1	•	•	停止	电源切断
2	•	⊙	停止	紧急停止导致的停止： • 在通过控制回路端子进行的运行过程中，按下操作器的 STOP 键； • 从控制回路端子处输入了紧急停止指令； 在运行操作为 LOCAL（操作器运行）时，通过外部端子输入运行指令，并直接切换到 REMOTE（控制回路运行）； 在简易程序模式或高级程序模式时，通过外部端子输入运行指令，并直接切换到驱动模式
3	○	⊙	停止	在不同最低输出频率的频率指令下运行 在通过多功能接点输入基极封锁指令输入过程中输入运行指令
4	•	○	停止	停止状态
5	⊙	○	运行	减速停止过程中； 由多功能接点输入引起的直流制动中； 停止时直流制动（初始励磁）过程中
6	⊙	⊙	运行	紧急停止导致的减速中： • 在通过控制回路端子进行运行的过程中，按下操作器的 STOP 键； • 从控制回路端子处输入了紧急停止指令
7	○	•	运行	运行指令输入中； 启动时直流制动（初始励磁）过程中

注：○点亮 ⊙闪烁 • 熄灭

变频器在运行时，需要暂时关闭来控制回路端子的运行指令及紧急停止信号。

## 5.2 欧姆龙 3G3RV 变频器数字式操作器的操作模式

本节主要对变频器模式的种类以及各种模式的切换方法进行说明。

### 5.2.1 欧姆龙 3G3RV 变频器数字式操作器模式的种类

该变频器有 5 种模式。各种参数和监视已作为模式被编组，因此可简单地进行参数的查看与设定。如表 5-3 所示，给出了模式的种类和主要内容。

表 5-3 欧姆龙 3G3RV 变频器操作模式的种类和主要内容

模式的名称	主要内容
驱动模式	变频器可以运行的模式 进行频率指令与输出电流等监视显示、故障内容显示、故障记录显示等
简易程序模式	查看、设定变频器运行必须的最低限度的参数（变频器和数字式操作器的使用环境）

续表

模式的名称	主 要 内 容
高级程序模式	查看、设定变频器的所有参数
校验模式	查看、设定出厂后被改变的参数
自学习模式 <sup>#</sup>	在矢量控制模式下运行电动机参数不明的电动机时，自动计算参数并进行设定

注：<sup>#</sup>在矢量控制模式下运行时，在运行前务必用电动机单体进行自学习，在运行中和发生故障时将不显示自学习模式，不带 PG 的 V/F 控制为变频器的初始值（A1—02=0）。

5.2.2 欧姆龙 3G3RV 变频器数字式操作器模式的切换

在查看画面和设定画面中按下 MENU 键，会显示驱动模式选择画面。在模式选择画面中按下 MENU 键，可在各种模式间进行切换，如图 5-3 所示。在模式选择画面中查看参数或监视时，如果要从查看（监视）画面进入设定画面，需要按下 DATA/ENTER 键。

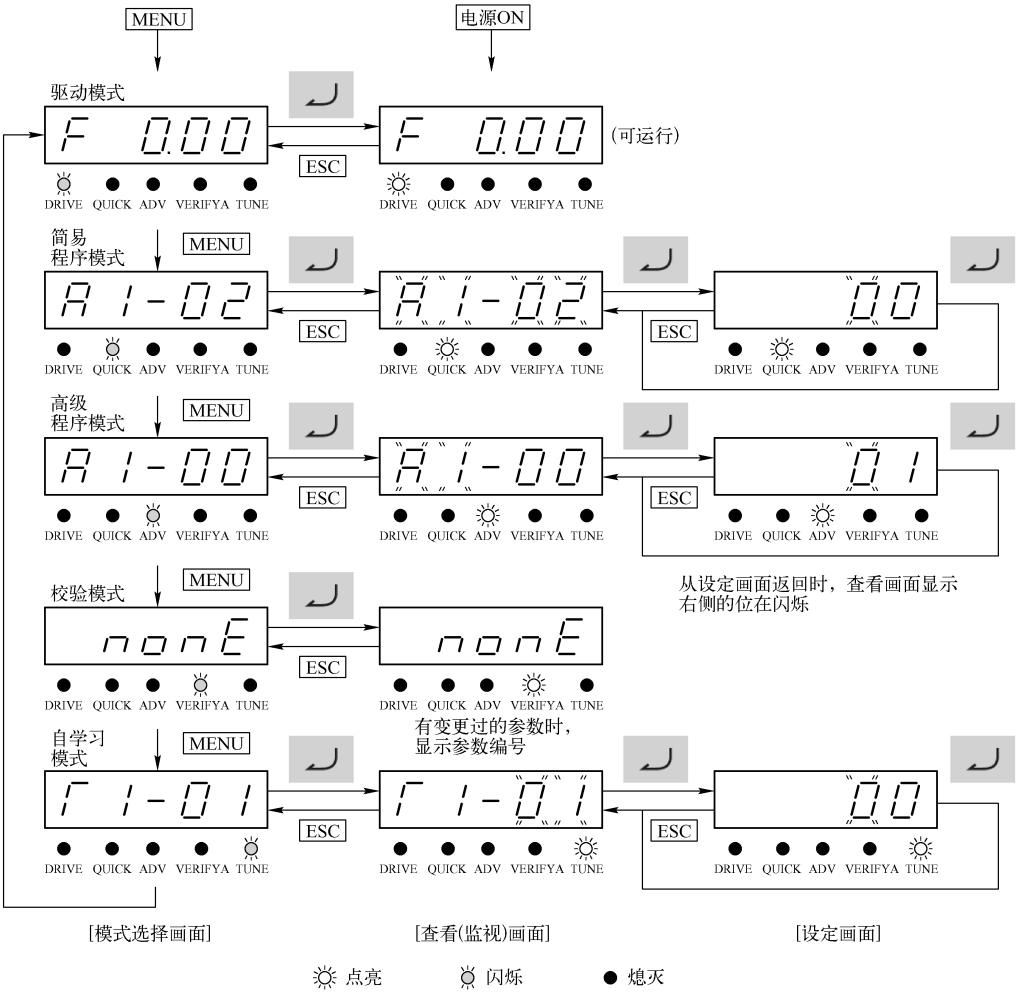


图 5-3 模式的切换

1. 驱动模式

驱动模式为运行变频器的模式。在驱动模式中可显示频率指令、输出频率、输出电流、输

出电压等监视显示以及故障内容、故障记录等。在驱动模式下的键操作如图 5-4 所示。

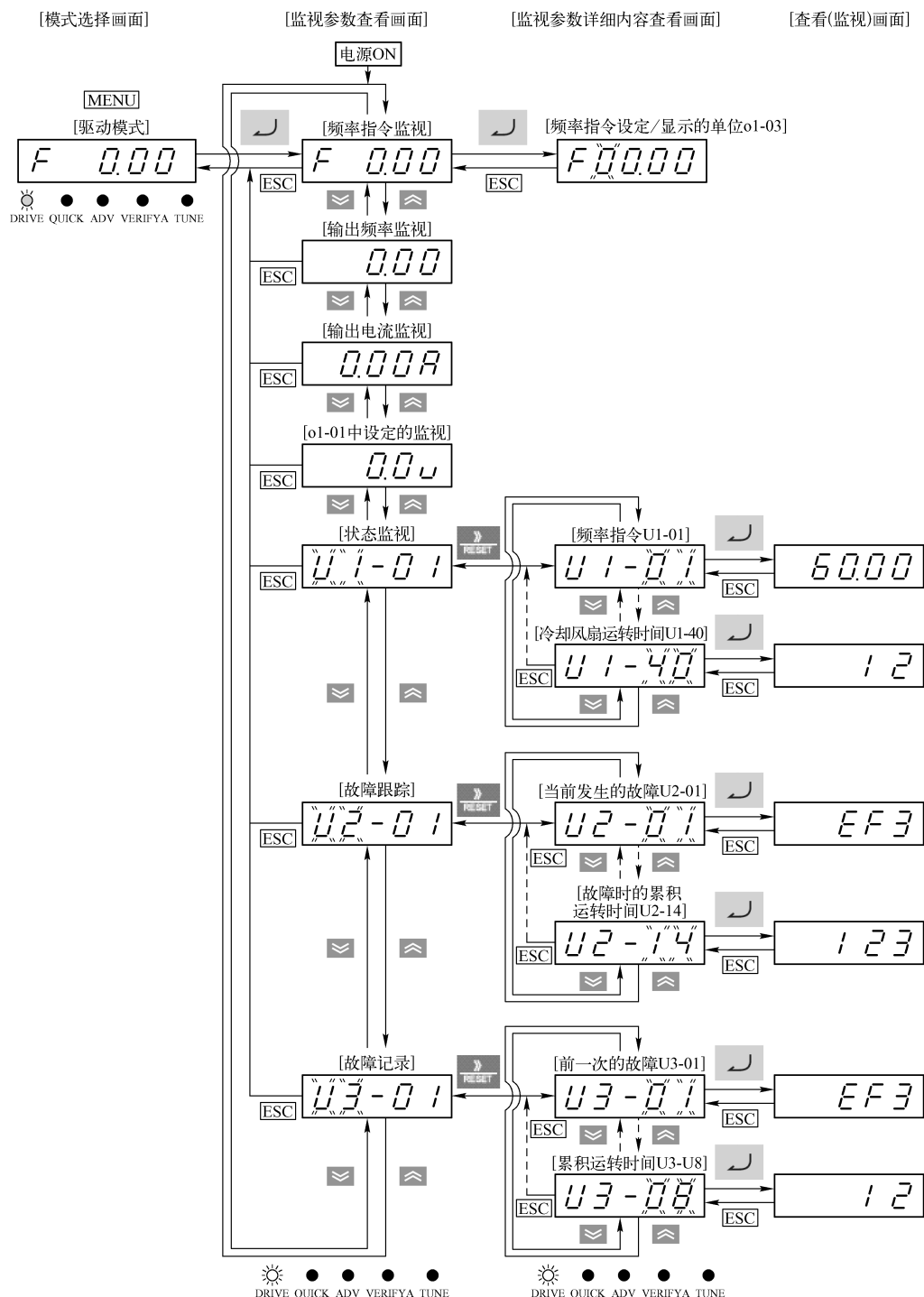


图 5-4 驱动模式下的键操作

## 2. 简易程序模式

在简易程序模式下，可以查看或设定变频器试运行所需的参数。

可以在参数设定画面中变更参数。通过增量键、减量键、Shift/RESET 键来变更参数。参数设定完毕后，如果按下 DATA/ENTER 键，则可以写入参数并自动返回参数查看画面。简易程序模式下的键操作举例如图 5-5 所示。

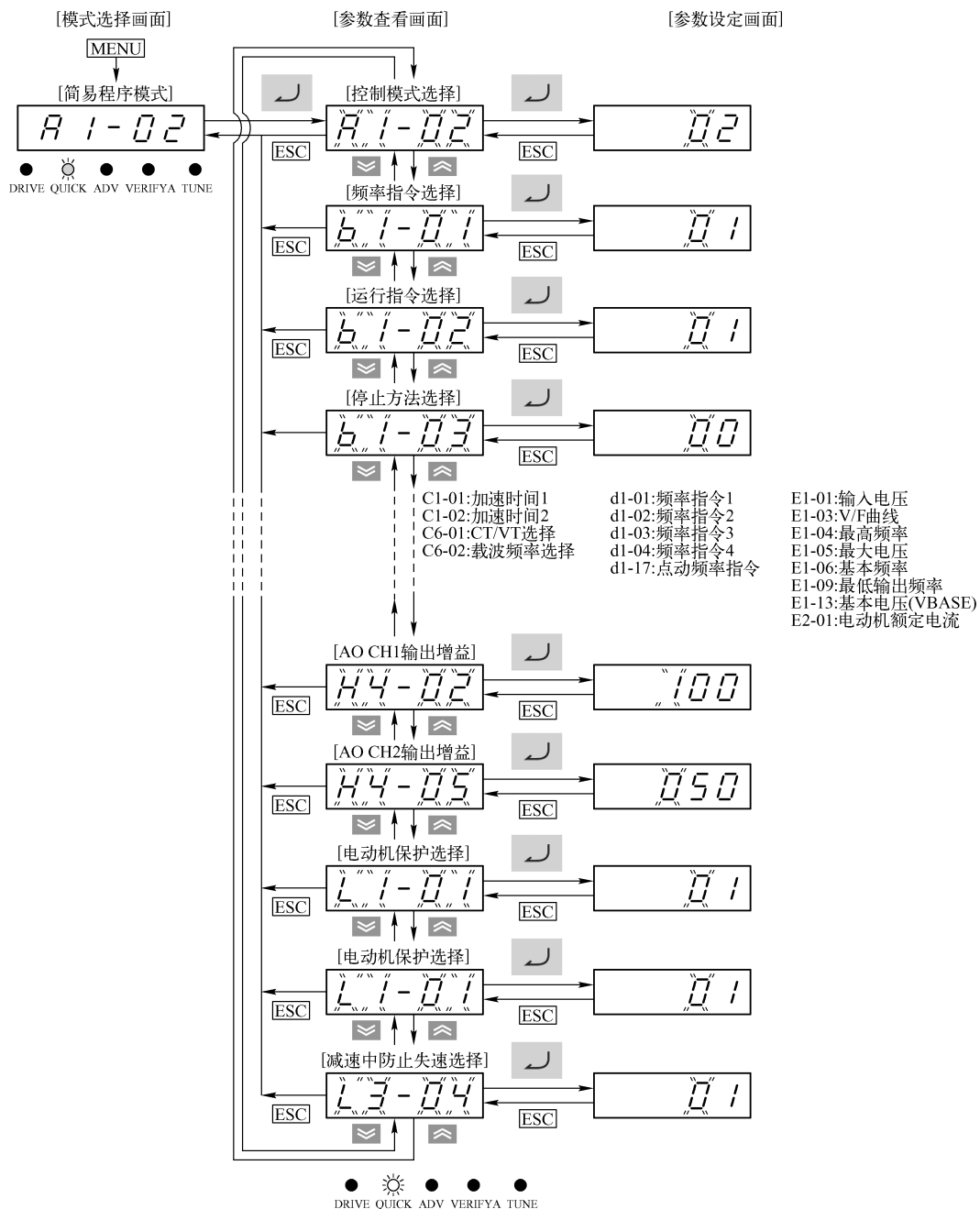


图 5-5 简易程序模式下的键操作

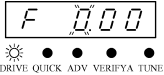
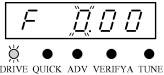
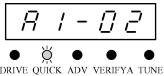
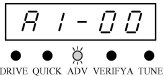





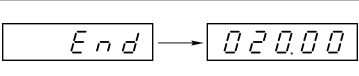

### 3. 高级程序模式

在高级程序模式下可查看或设定变频器所有的参数。可以在参数设定画面中变更参数。通过增量键、减量键、Shift/RESET 键来变更参数。参数设定完毕后，如果按下 DATA/ENTER 键，则可写入参数并自动返回参数查看画面。

高级程序模式下的键操作举例如图 5-6 所示。

表 5-4 给出了将参数 C1-01（加速时间）的设定从 10s 改为 20s 的设定步骤示例。

表 5-4 高级模式下的参数设定

步 骤	操作器显示画面	说 明
1		接通电源
2		按下 MEMU 键，选择驱动模式
3		按下 MENU 键，选择简易程序模式
4		按下 MENU 键，选择高级程序模式
5		按下 DATA/ENTER 键，进入参数查看画面
6		用增量键、减量键来显示 C1-01（加速时间 1）
7		按下 DATA/ENTER 键，进入参数查看画面，显示出 C1-01 的设定值（10.00）
8		按下 Shift/RESET 键，将闪烁的位移向右边
9		用增量键将数值变更为 20.00s
10		按下 DATA/ENTER 键，确定设定的数据，此时，显示 End1.0s 后，确定下来的数据显示 0.5s
11		返回 C1-01 的参数查看画面

### 4. 校验模式

在校验模式下，仅显示在程序模式和自学习模式下出厂设定值中变更过的参数。如果没有变更，则在数据显示部上显示 NONE。对于 A1-02 以外的环境模式参数，即使初始值已被变更，也不会被显示。

即使在校验模式下，也可以按与程序模式相同的操作方法来变更设定。变更参数时，使用增量键、减量键、Shift/RESET 键。参数设定完毕后，如果按下 DATA/ENTER 键，则可写入参数并自动返回参数查看画面。

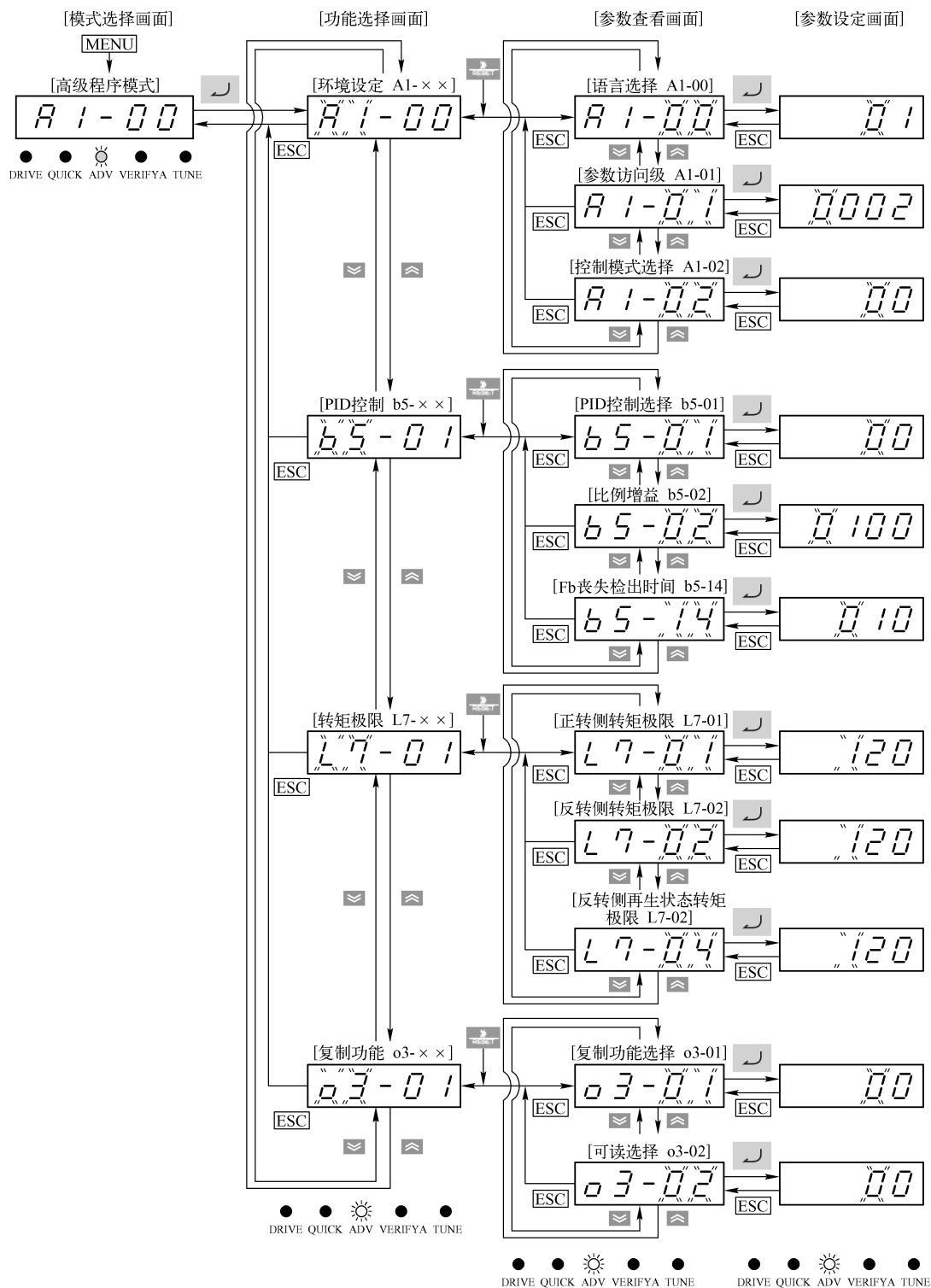


图 5-6 高级程序模式下的键操作

B1-01（频率指令的选择）、C1-01（加速时间 1）、E1-01（输入电压设定）、E2-01（电动机额定电流）在出厂时进行了变更时的键操作举例如图 5-7 所示。

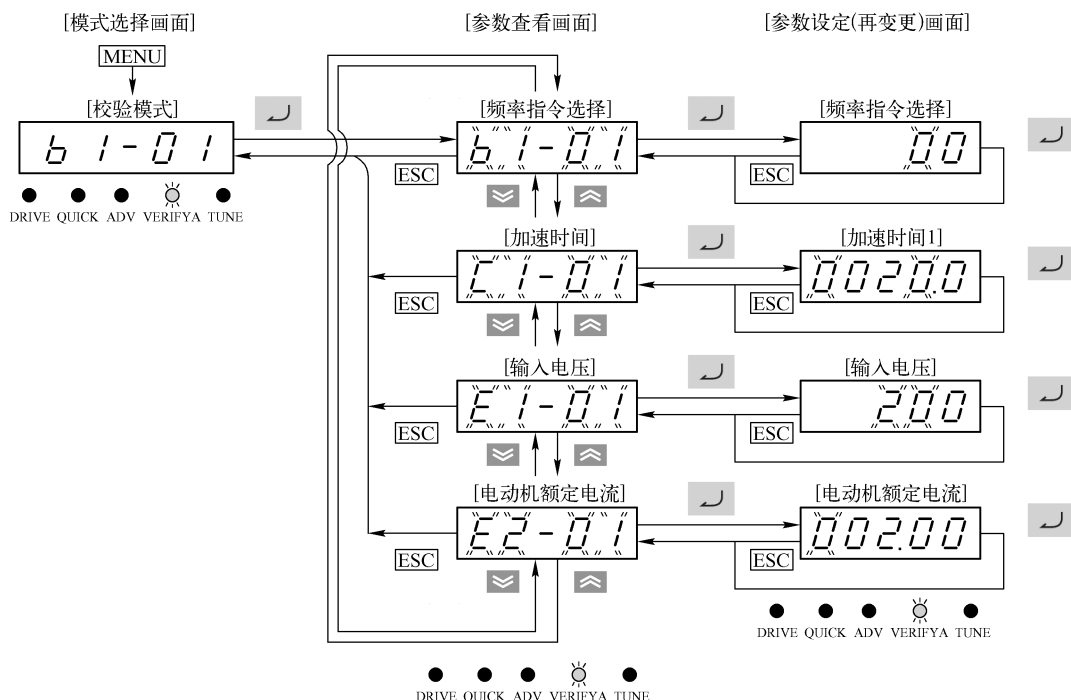


图 5-7 校验模式下的键操作

## 5. 自学习模式

自学习模式是指在矢量控制运行时，自动测定电动机所需的参数并进行设定的功能。PG 矢量控制时在运行前需要进行自学习。

如果选择了 V/F 控制，则只能选择线间电阻的停止型自学习模式。

变频器的自学习与伺服系统的自学习（检测负载大小）是完全不同的。

变频器控制模式的初始值为不带 PG 的 V/F 控制（A1-02=0）。

操作举例：

设定电动机铭牌上记载的电动机输出功率（kW）、额定电压、额定电流、额定频率、额定转速及电动机极数，然后按下 RUN 键。自动运行电动机时，上述数值与自学习所检测到的电动机参数被写入到变频器中。在设定自学习模式时需要设定完上述所有的项目。例如，变频器不能从电动机额定电压显示状态直接进入自学习开始显示状态。可以在参数设定画面中变更参数。方法是通过增量键、减量键、Shift/RESET 键来变更参数。参数设定完毕后，如果按下 DATA/ENTER 键，则可写入参数并自动返回参数查看画面。

下面给出了在不在 PG 矢量控制模式下，电动机旋转时不切换到电动机 2 而进行自学习，示例如图 5-8 所示。

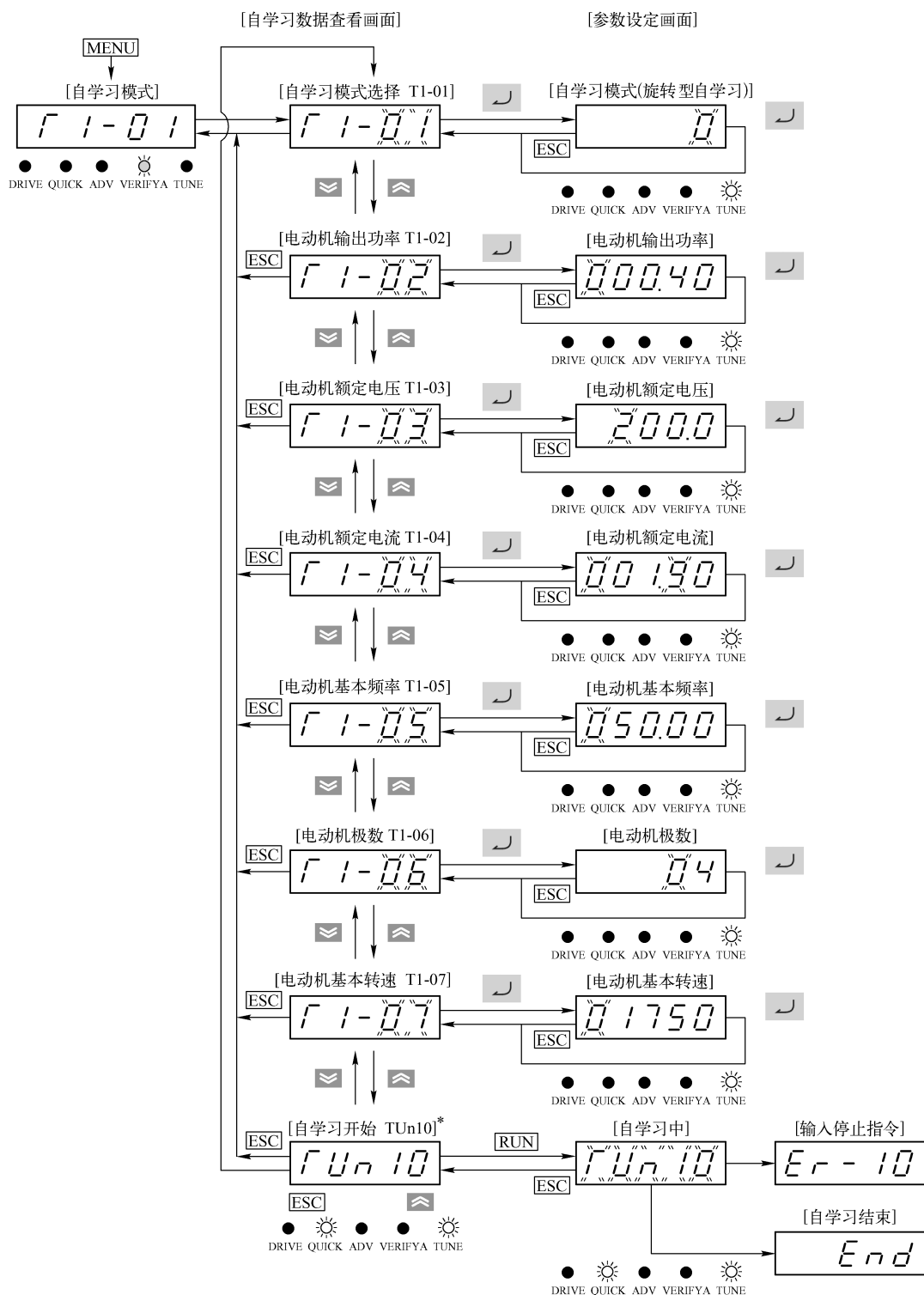


图 5-8 自学习示例



在旋转型自学习时显示 TUn10，停止型自学习时显示 TUn11。开始自学习时，DRIVE LED 将点亮。

## 5.3 安邦信 AMB-G9 矢量变频器的键盘与操作模式

### 5.3.1 安邦信 AMB-G9 变频器键盘的功能与操作

#### 1. 键盘的布局与功能

键盘最上方为状态指示灯，DRIVE 灯是在驱动状态和非参数设定与监视状态点亮，FWD 灯与 REV 灯分别为正、反转时点亮，SEQ 灯是运行命令非键盘控制时点亮，REF 灯是频率指令为非键盘控制时点亮，5 位数码管将分别显示设定运行、监视过程中的相应功能号与参数值，液晶显示器也详细显示所有过程的参数与参数值。键盘的布局如图 5-9 所示。

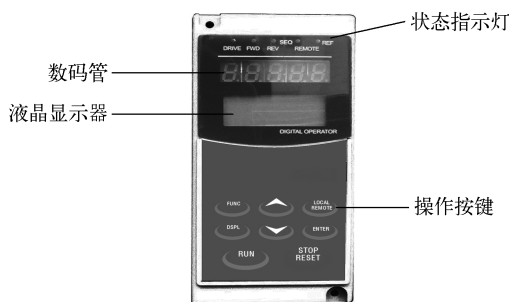




图 5-9 键盘布局与各部分名称

#### 2. 按键功能说明

按键的功能说明如表 5-5 所示。

表 5-5 键盘按键功能表

按 键	按 键 名 称	按 键 功 能
DSPL	显示选择键	功能代码与功能代码内容切换键。 参数设定时，切换参数功能代码与其内容；变频器运行时，切换运行监视功能代码与其内容。 变频器故障时，切换故障显示功能代码与其内容
	增加键	增加功能代码或其内容。 指示功能代码时，增加参数设定或故障显示功能代码。 参数设定状态，若指示功能代码内容，增加参数设定功能代码内容值，同时 LED 数码管显示闪烁。 变频器运行时，若键盘数字输入有效，增加参考输入给定或 PID 数字输入，即数字式键盘电位器功能
	减小键	减小功能代码或其内容。 指示功能代码时，减小参数设定或故障显示功能代码。 参数设定状态，若指示功能代码内容，减小参数设定功能代码内容值，同时 LED 数码管显示闪烁。 变频器运行时，若键盘数字输入有效，减小参考输入给定或 PID 数字输入，即数字式键盘电位器功能

续表

按 键	按 键 名 称	按 键 功 能
ENTER	输入键	参数设定时，存储参数设定功能代码内容值。 变频器运行时，用于改变当前的运行监视功能代码
RUN	运行键	键盘控制方式时，启动变频器运行，发出运行指令
STOP/RESET	停止/复位键	键盘控制方式时，停止变频器运行。 从故障状态返回参数设定状态
FUNC	复制键	功能参数复制功能，软件复制升级
LOCAL/REMOTE	运行模式选择键	参数设定状态，切换变频器为键盘操作或远控操作

5.3.2 安邦信 AMB-G9 变频器运行模式的选择

安邦信 AMB-G9 变频器有本机与远控两种操作运行方式。两者的转换由键盘上的 LOCAL/REMOTE 键进行选择，选择方式如表 5-6 中键盘上的状态指示灯 SEQ 与 REF 显示来确定。出厂设定为本机键盘控制，如需远控控制回路端子的 VS、IS 设定频率指令，则由 S1、S2 来控制运行和停止。此外与 REMOTE/LOCAL 模式无关，控制回路端子 S3~S6 多功能输入有效。

LOCAL：频率指令与运行指令由键盘设定，此时 SEQ 与 REF 的指示灯不亮。

REMOTE：按表中有效的主速频率及运行指令参数来设定，此时 SEQ 与 REF 的指示灯亮。

需要注意的是：当 INT/EXIT 位于主控制板的开关 SW1 处于 INT 位置时，键盘电位器输入有效，处于 EXIT 位置时，端子输入模拟量有效。

运行模式的指令选择及状态指示灯的对应关系如表 5-6 所示。

表 5-6 运行模式指令选择表

F002 设定值	运行指令选择	SEQ/灯	频率指令选择	REF/灯
0	按键盘的运行命令运行	灭	频率指令由键盘决定	灭
1	按控制端子的运行命令运行	亮	频率指令由键盘决定	灭
2	按键盘的运行命令运行	灭	频率指令由外部端子（键盘电位器）决定	亮
3	按控制回路端子的运行指令运行	亮	频率指令由外部端子决定	亮
4	按键盘的运行命令运行	灭	频率指令由通信传送决定	亮
5	按控制回路端子的运行指令运行	亮	频率指令由通信传送决定	亮
6	按通信传送指令运行	亮	频率指令由通信传送决定	亮
7	按通信传送指令运行	亮	频率指令由键盘决定	灭
8	按通信传送指令运行	亮	频率指令由外部端子决定	亮

5.4 艾默生 TD1000 矢量变频器

5.4.1 艾默生 TD1000 变频器的操作面板说明

用操作面板，可对变频器进行运转、功能参数设定、状态监控等操作，其外形及功能区如图 5-10 所示，操作面板功能说明如表 5-7 所示。

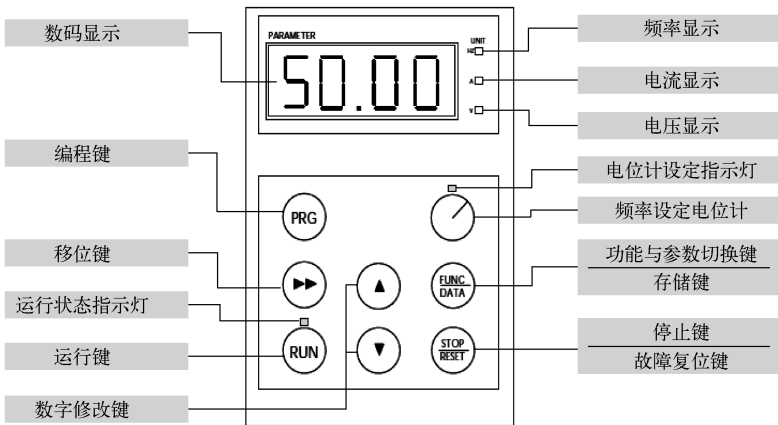


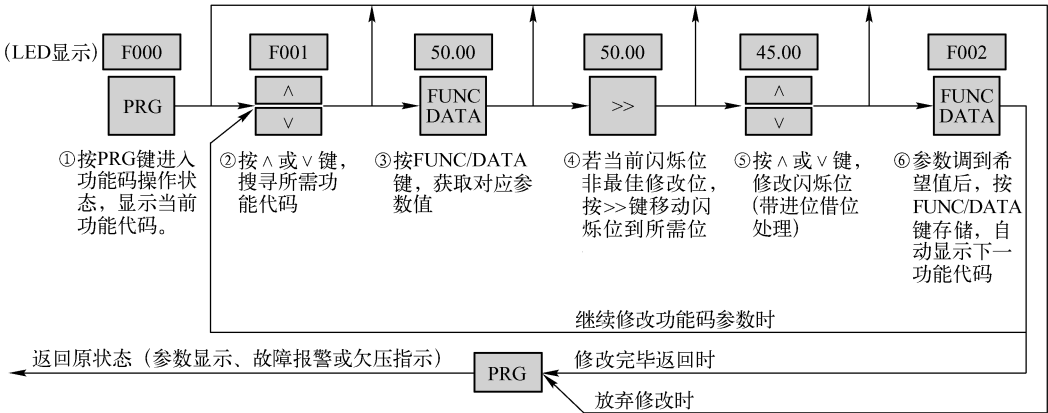
图 5-10 艾默生 TD1000 变频器操作面板示意图

表 5-7 操作面板功能表

键	名 称	功 能
PRG	编程键	停机状态、运行状态和编程状态的切换
FUNC/DATA	功能/数据	选择数据监视模式和数据写入确认
AUP	递增键	数据或功能码的递增
VDOWN	递减键	数据或功能码的递减
SHIRT	移位键	在运行状态下，可选择显示参数；在设定数据时，可以选择设定数据的修改位
RUN	运行	在面板操作方式下，用于运行操作
STOP/RESET	停止/复位	运行状态时，按此键可用于停止运行操作，结束故障报警状态，也可用于复位操作——在三种控制方式时均有效（F05=1），只在面板控制时有效（F05=0）

5.4.2 艾默生 TD1000 变频器的操作方法介绍

艾默生 TD1000 变频器功能码参数的设置如图 5-11 所示。



(把F001设定频率从50.00Hz更改设定为45.00Hz的示例)

图 5-11 功能码参数的设置示意图

普通运转的键盘控制方法如图 5-12 所示。

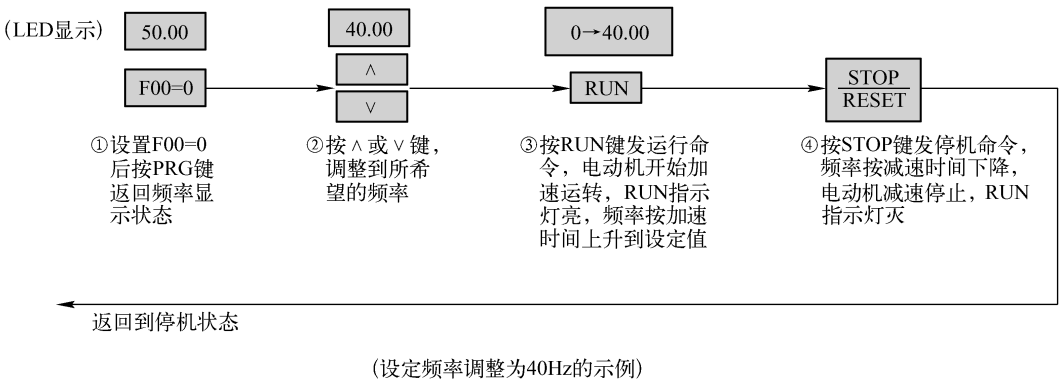


图 5-12 普通运转的键盘控制方法示意图

显示运行参数如图 5-13 所示。

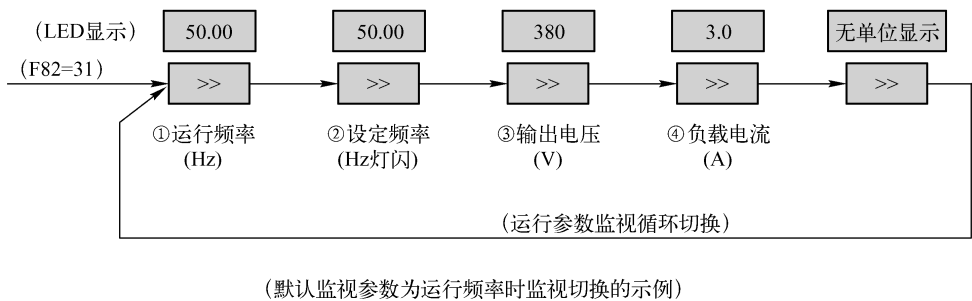


图 5-13 显示运行参数示意图

## 5.5 中源矢量变频器控制面板和参数设置方法

### 5.5.1 中源矢量变频器控制面板

A900 系列变频器有两种形式（带电位器和不带电位器）的控制面板，按键功能和指示灯作用和面板说明如下。

面板分为 3 部分：数据显示区、状态指示区和控制面板操作区，如图 5-14 所示。控制面板操作说明如表 5-8 所示。

表 5-8 控制面板操作说明

按 键	按 键 名 称	说 明
方式	方式	调用功能码，显示方式切换
设置	设置	调用和储存数据

续表

按 键	按 键 名 称	说 明
上升	上升	数据递增（调速或设置参数）
下降	下降	数据递减（调速或设置参数）
运行	运行	运行变频器
停/复	停机或复位	变频器停机； 在故障状态下复位； 功能码区间和区内转换

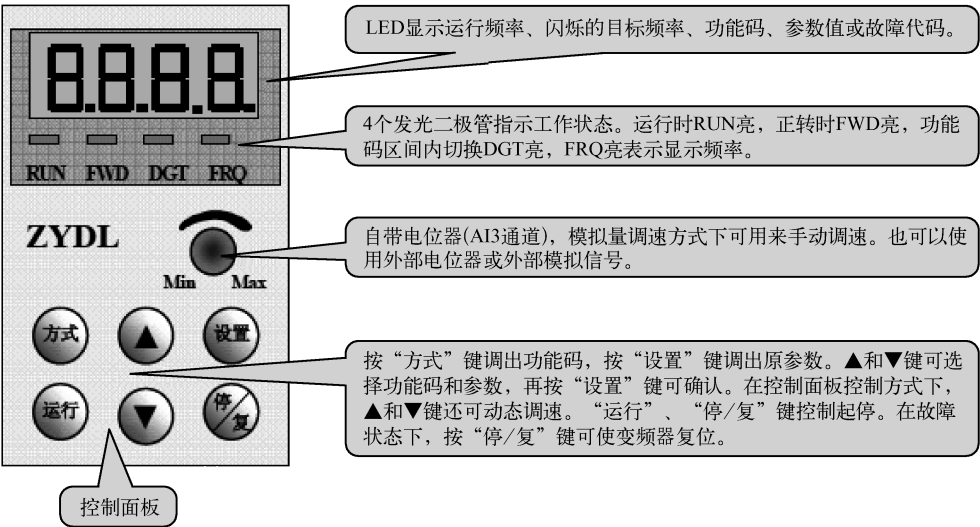


图 5-14 控制面板介绍

5.5.2 中源矢量变频器的参数设置

中源矢量变频器参数设置方法如表 5-9 所示。

表 5-9 参数设置步骤

步 骤	按 键	操 作	显 示
1	方式	按“方式”键显示功能码	F100
2	▲或▼	按“上升”或“下降”键选择所需功能码	F114
3	设置	读取功能码中设定的数据	5.0
4	▲或▼	修改数据	9.0
5	设置	储存设置数据后闪烁显示相应目标频率	FH4

提示：上述操作是在变频器处于停机状态下完成的。

# 第 6 章 通用矢量变频器的试运行

在变频器试运行的操作前我们必须确认该变频器应用的机械性质和用途，如风扇、鼓风机、泵类应把参数设定为恒转速负载（VT）。在风扇、鼓风机、泵以外的其他机械上使用变频器时，应将参数设定为（CT）低载波恒定转矩用途。

## 6.1 高性能矢量变频器试运行时参数的设定和调整

### 6.1.1 变频器试运行前的准备内容

(1) 首先要确认电源电压和变频器的额定电压是否一致。

200V 级：三相 AC 200V ~ 240V 50/60Hz

400V 级：三相 AC 380V ~ 480V 50/60Hz

(2) 确认变频器输出端子与电动机连接端子的连接是否正确：

- 确认电动机的输出端子（U、V、W）和电动机的连接是否牢固；
- 确认变频器的主回路和控制回路端子和其他控制装置的连接是否牢固。

(3) 确认变频器控制端子的状态。

确认变频器的控制回路端子是否全部处于 OFF 状态（变频器不运行的状态）。

(4) PG 速度控制卡的连接。

使用 PG 速度控制卡时，应确认和脉冲发生器的连接是否牢固。

(5) 确认负载状态。

在试运行前需要确认电动机是否为空载状态（未与其他机械连接的状态）。

(6) 确定变频器显示状态是否正确。

当变频器接通电源后，以欧姆龙 3G3RV 为例，数字式操作器显示正常时如图 6-1 所示。

当发生故障时，欧姆龙 3G3RV 的显示内容将与上述不同。如图 6-2 所示给出了故障发生时的显示示例，图中显示的是低电压警报。



图 6-1 变频器正常时数字操作器





图 6-2 变频器故障时操作器显示

(7) 变频器试运行前参数的初始化。

以欧姆龙 3G3RV 为例，其参数的初始化如表 6-1 所示。

表 6-1 参数的初始化

步 骤	按 键	操作员屏幕显示	描 述
1			打开电源
2	MENU		按此键切换到高级编程模式
3			按此键显示参数参考屏幕
4			按此键确认 A1
5			按此键三次以显示 A1-03（初始化）
6			按此键显示初始化方法的设定值
7			用于将值设定为“2220”
8			按此键执行初始化
9			初始化完成时显示“End”，并返回参数参考屏幕

### 6.1.2 矢量变频器基本参数的设定

在模式变更为简易程序模式（操作器上 QUICK 的 LED 点亮）后，需要对变频器参数进行以下参数的设定。以欧姆龙 3G3RV 为例，基本参数的设定如表 6-2 所示。

表 6-2 基本参数设定

区 分	参数 NO	名 称	内 容	设定范围	出厂设定
◎	A1-02	控制模式的选择	选择变频器的控制模式 0：不带 PG 的 V/F 控制 1：带 PG 的 V/F 控制 2：不带 PG 的矢量控制 3：带 PG 的矢量控制	0~3	0
◎	B1-01	频充指令的选择	选择从何处输入频率指令 0：数字式操作器 1：控制回路端子（模拟量输入） 2：MEMOBUS 通信 3：选购卡 4：脉冲序列输入	0~4	1
◎	B1-02	运行指令的选择	选择从何处输入运行指令 0：数字式操作器 1：控制回路端子（顺序输入） 2：MEMOBUS 通信 3：选购卡	0~3	1
○	B1-03	停止方法的选择	选择运行指令 OFF 时 0：减速停止 1：自由运行停止 2：全域直流制动（DB）停止 3：带计时功能的自由运行停止	0~3*1	0

续表

区 分	参数 NO	名 称	内 容	设定范围	出厂设定
○	C1-01	加速时间 1	设定从 0Hz 到最高频率为止的加速时间	0.0~6000.0s*6	10.0s
○	C1-02	减速时间 1	设定从最高频率到 0Hz 为止的减速时间	0.0~6000.0s*6	10.0s
◎	C6-01	CT/VT 选择	选择 CT（非低噪声，最大电流、过负载耐量 150%）或 VT（低噪声，最大电流、过负载耐量 120%） 0：CT 1：VT	0.1	0×2
○	C6-02	载波频率选择	如电动机电缆在 50m 以上时，请设定较低的载波频率以减少无线电干扰及漏电流，在 C6-01 的设定值中，初始值和设定范围有所不同	0.1 (C6-01=0 时) 0-F (C6-01=1 时)	1 (C6-01=0 时) 6*3 (C6-01=0 时)
○	D1-01-04.17	频率指令 1-4，点动频率指令	进行多段速运行和点动运行时，请设定必要的速度指令	0.00~300.00*4*5	D1-01— D1-04： 0.00Hz D1-17： 6.00Hz
◎	E1-01	设定输入电压	以 1V 为单位设定变频器的输入电压值，该设定值为保护功能等的基准值	155~255V (200V 级) 310~510V (400V 级)	200V (200V 级) 400V (400V 级)
◎	E2-01	电动机额定电流	设定电动机的额定电流值	变频器额定输出电流的 10%~200%	和变频器间容量的通用电动机的数值
○	H4-02, 05	端子 FM，AM 输出增益	设定多功能模拟量输出 1（H4-02）或 2（H4-05）的电压值增益； 设定监视项目的 100% 的输出是 10V 的几倍	0.00~2.00	H4-02： 1.00 H4-05： 0.50
◎	L14-01	电动机保护功能选择	为了用电子热敏器对电动机进行过载保护，请设定电动机的种类 0：电子热敏器保护无效 1：通用电动机 2：变频器专用电动机 3：矢量专用电动机	0~3	1
◎	L3-04	减速时防止失速功能选择	0：无效（按设定减速，减速时过短，则主回路有发生过电压（OV）的危险） 1：有效（主回路电压达到过电压等级时，停止减速，电压恢复后再减速） 2：最佳调整（根据主回路电压判断用最短时间减速，忽视减速时间的设定） 3：有效（带制动电阻） 使用制动选购件（制动电阻器、制动电阻器单元、制动单元）时，请务必设定为“0”或“3”	0-3*7	1

◎：必须设定的参数；○：根据需要设定的参数。



在参数设定时需要说明如下：

- \* 1. 在带 PG 的矢量控制中，设定范围为 0 或 1。
- \* 2. 200V 级 110kW 的变频器，400V 级 220kW 及 300kW 的变频器只能设定 1 (VT)。
- \* 3. 出厂设定根据变频器容量而异。
- \* 4. 根据 E1-04 上限值的不同，设定值上限也不同。
- \* 5. 设定 C6-01=1 时，设定上限值为 400.00。
- \* 6. 加减速时间的设定范围根据 C1-10 的设定而变化。如果设定 C1-10 为 0，则加减速时间的设定范围将为 0.00 ~ 600.00 (s)。

### 6.1.3 根据矢量变频器控制模式进行的设定知识

根据变频器控制模式的不同，我们要根据控制模式进行相应的设定。根据图 6-3 的流程图，在简易程序模式和自学习模式下进行设定。

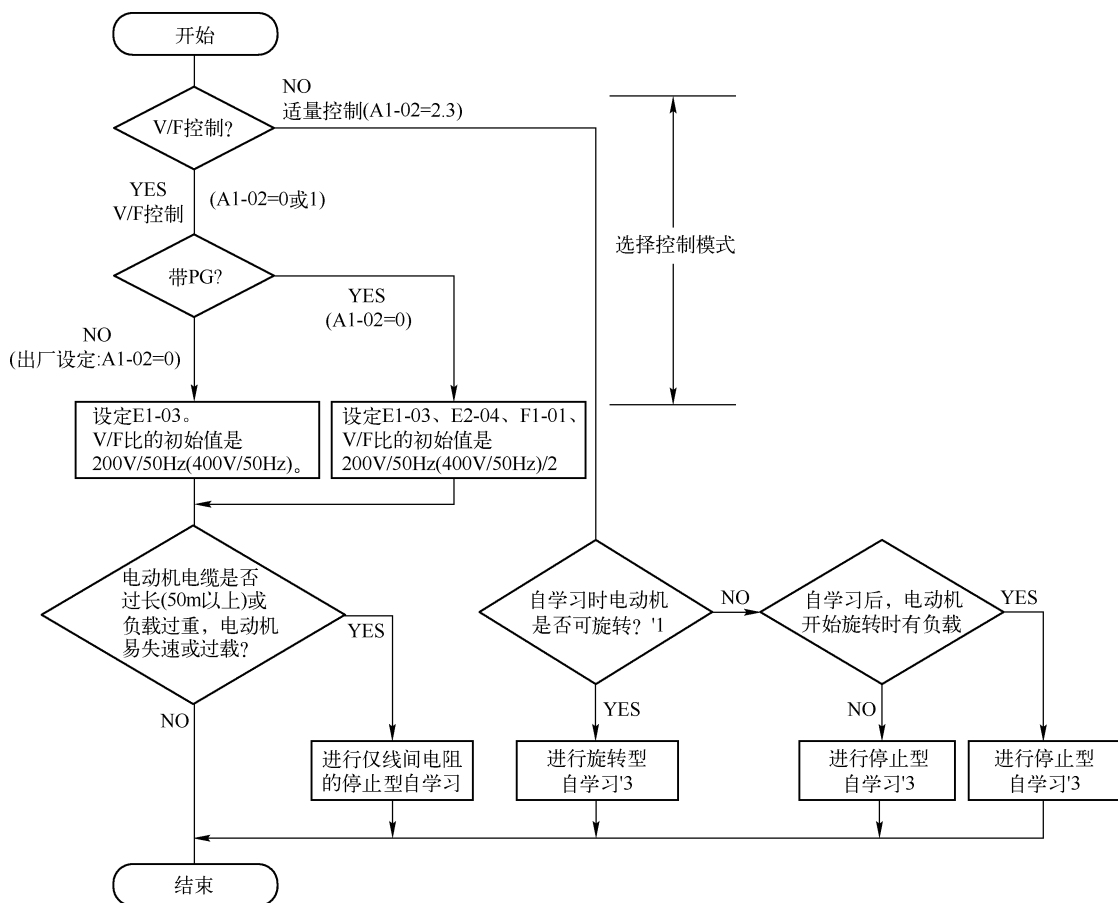


图 6-3 根据控制模式进行设定的流程

我们可以选择以下 4 种控制模式，如表 6-3 所示。

表 6-3 变频器四种控制模式

控制模式	参数设定	基本控制	主要用途
不带 PG 的 V/F 控制	A1-02=0 (初始值)	电压/频率比固定控制	所有的变控制, 特别是 1 台变频器连接多台电动机的用途 (多电动机) 及现有变频器的更换
带 PG 的 V/F 控制	A1-02=1	根据 PG 的速度补偿电压/频率比固定控制	机械侧用 PG 的高精度速度控制
不带 PG 的矢量控制	A1-02=2	不带 PG 的电流矢量控制	所有变速控制, 不带 PG 时需要高性能的用途
带 PG 的矢量控制	A1-02=3	带 PG 的电流矢量控制	带 PG 的超高性能控制 (简易伺服驱动器、高精度速度控制、转矩控制、转矩限制等)

(1) 不带 PG 的 V/F 控制 (A1-02=0)。

在设定 E1-03 (V/F 曲线选择) 为 0 ~ E 的固定曲线或设定 E1-03 为 F (任意 V/F 曲线) 的基础上, 根据需要在高级程序模式下设定 E1-04 ~ 13 为适应电动机和负载特性的任意 V/F 曲线。

简易运行 60Hz 的通用电动机时: E1-03=1, 简易运行 50Hz 的通用电动机时: E1-03=F (初始值) 或 0E1-03=F 时, 任意设定用的参数 E1-04~13 的初始值为 50Hz, 用电动机电缆较长 (50m 以上) 时, 只在负载较重、电动机容易失速或变为过负载状态时进行对线电阻的停止型自学习。有关仅限线间电阻的停止型自学习的详细内容, 请参照下一节。

(2) 带 PG 的 V/F 控制 (A1-02=1)。

请在设定 E1-03 (V/F 曲线选择) 为 0 ~ E 的固定曲线或设定 E1-03 为 F (任意 V/F 曲线) 的基础上, 根据需要在高级程序模式下设定 E1-04 ~ 13 为适应电动机和负载特性的任意 V/F 曲线。

简易运行 60Hz 的通用电动机时: E1-03=1;

简易运行 50Hz 的通用电动机时: E1-03=F (初始值), 或 0E1-03=F 时, 任意设定用的参数 E1-04~13 的初始值为 50Hz, 用在 E2-04 (电动机极数) 中设定电动机的极数。

在 F1-01 (PG 参数) 中设定 PG 旋转一圈的脉冲数。当电动机与 PG 之间有减速机时, 在高级程序模式下, 设定 F1-12 及 F1-13 为减速比。

电动机电缆较长 (50m 以上) 时, 仅在负载较重、电动机容易失速或变为过负载状态时进行对线电阻的停止型自学习。有关仅限线间电阻的停止型自学习的详细内容, 请参照 6.1.4 节。

(3) 不带 PG 的矢量控制 (A1-02=2)。

进行自学习。在自学习时电动机旋转而不发生问题时, 进行旋转型自学习, 在不便让电动机旋转时, 进行停止型自学习 1 或 2。关于自学习的详细内容请参照 6.1.4 节。

(4) 带 PG 的矢量控制 (A1-02=3)。

实施自学习。如果电动机旋转不成问题, 则实施旋转型自学习。如果不便使电动机旋转, 则实施停止型自学习 1 或 2。

#### 6.1.4 矢量变频器的自学习功能

在选择矢量控制或电动机电缆较长等需要自学习时, 请按以下步骤进行自学习。电动机参数会自动设定。

可选择以下 4 种自学习模式：

- 旋转型自学习；
- 停止型自学习 1；
- 仅对线间电阻的停止型自学习；
- 停止型自学习 2。

需要注意的是：在自学习后切换控制模式时需要再次实施自学习。

### 1. 自学习前的注意事项

在进行自学习前，应确认以下几点：

① 变频器的自学习具有自动检测电动机参数的功能，和伺服系统的自学习（检测负载的大小）不同。

② 在高速（约为额定转速的 90% 以上）的范围内需要速度或转矩的精度时，应选择低于变频器的输入电源 20V（400V 级为 40V）以上额定电压的电动机。如输入电源电压与电动机额定电压相同，会使变频器的输出电压不足，不能充分发挥其性能。

③ 在连接了负载状态下进行自学习时，应使用停止型自学习 1 或 2。

④ 在使用有恒定输出特性的电动机时或需要高精度的用途时，应进行在脱离负载状态下的旋转型自学习。

⑤ 如果在连接负载的状态下进行旋转型自学习，不仅测不到正确的电动机参数，而且会使电动机发生故障动作，十分危险。因此必须脱离负载后再进行旋转型自学习。

⑥ 如果在进行自学习与安装电动机时，变频器与电动机间的接线距离有 50m 以上的变化时，应进行只对线间电阻的停止型自学习。

⑦ 即使选择 V/F 控制，如果电动机电缆较长（50m 以上），也应进行只对线间电阻的停止型自学习。

⑧ 自学习时特别是输送机械等，如果在电动机连接机械的状态下实行自学习，则不要在自学习过程中错误打开制动器。

### 2. 自学习模式的功能

输入功能和多功能输出功能如表 6-4 所示。

- (1) 旋转型自学习不动作与通常运行时的动作相同；
- (2) 停止型自学习 1 不动作，保持自学习开始的状态；
- (3) 仅对线间电阻的停止型自学习不动作保持自学习开始的状态。

表 6-4 自学习模式多功能输入/输出功能

自学习模式	多功能输入功能	多功能输出功能
旋转型自学习	不动作	与通常运行时的动作相同
停止型自学习 1	不动作	保持自学习开始的状态
仅对线间电阻的停止型自学习	不动作	保持自学习开始的状态
停止型自学习 2	不动作	保持自学习开始的状态

### 3. 自学习模式的选择

- (1) 旋转型自学习（T1-01=0）。

可以在不带 PG 的矢量控制与带 PG 的矢量控制下使用。设定 T1-01 为 0 后，输入铭牌数据。此后，按下数字式操作器上的 RUN 键，变频器约停止 1 分钟后，再旋转 1 分钟，自动测定需要的全部电动机数据。

(2) 停止型自学习 1 (T1-01=1)。

可以在不带 PG 的矢量控制、带 PG 的矢量控制下使用。设定 T1-01 为 1 后，输入铭牌数据。此后，按下数字式操作器上的 RUN 键，变频器使电动机停止约 1 分钟，在此状态下通电，自动测定需要的电动机数据。另外，在停止型自学习 1 中，自学习后在驱动模式下进行最初的运行时，剩下的电动机参数（额定滑差 E2-02、空载电流 E2-03）将被自动设定。停止型自学习 1 后最初的运行，请按以下步骤和条件进行：

- 在校验模式或高级程序模式中，确认额定滑差 E2-02、空载电流 E2-03 的值。
- 进入驱动模式，按以下条件运行一次。
  - 切勿切断电动机和变频器间的接线；
  - 不能用机械式制动器等锁住电动机轴；
  - 电动机负载率保持在 30% 以下；
  - 基本频率保持 E1-06（初始值和最高频率相同）的 30% 速度以上且保持恒速 1s 以上。
- 电动机停止后，在校验模式或高级程序模式中，确认额定滑差 E2-02、空载电流 E2-03 的值。E2-02、E2-03 的数值和在 1 项中测得的数值不同时，则表示已完成自动设定。确认数据是否正确。

另外，如果在满足 2 项条件的情况下进行最初的运行，在额定滑差 E2-02、空载电流 E2-03 中设定的数值和电动机的测试报告及“根据变频器容量（02-04）出厂时的设定值发生变化的参数”中所记载的参考数据的误差较大时，可能会引起电动机的振动、失调，或者转矩不足、过电流等现象。特别是用于升降机时，会导致轿厢掉落、人员受伤。

在此情况下，再次进行停止型自学习 1 后，按照上述步骤、条件运行或进行停止型自学习 2 或旋转型自学习。

作为参考，通用电动机的额定滑差 E2-02 为 1~3Hz，空载电流 E2-03 为额定电流的 30%~65%。一般来说，电动机容量越大，额定滑差越小，并且相对于空载电流的额定电流的比率也越小。

进行停止型自学习时，电动机虽然不运行，但仍处于通电状态。在自学习结束前，请勿随便触摸电动机。

(3) 仅线间电阻的停止型自学习 (T1-01=2)。

可用于所有的控制模式。在 V/F 控制和带 PG 的 V/F 控制时，仅可选择该自学习模式。

电动机电缆较长（50m 以上）或进行自学习后，在现场安装时电动机电缆长度发生变化或电动机容量和变频器容量不同时，可以改善控制误差。

设定 T1-01=2，按下数字操作器上的 RUN 键后，变频器约使电动机停止 20s 左右，在此状态下通电，自动测定电动机线间电阻（E2-05）和电缆电阻。

(4) 停止型自学习 2 (T1-01=4)。

可以在不带 PG 的矢量控制、带 PG 的矢量控制下使用。设定 T1-01=4 后，输入铭

牌数据。此时，电动机空载电流（T1-09）将作为设定项目被添加。需要将 T1-09 设定为电动机实验结果表等记载的电动机空载电流值（励磁电流值）。T1-09 的设定值在自学习后，将直接写入 E1-03。未设定 T1-09 时，将写入电动机生产的标准电动机的空载电流值。

#### 4. 自学习时的参数设定

自学习时的参数设定如表 6-5 所示。

表 6-5 自学习时的参数设定

参数 NO	名称	内 容	设 定 范 围	出 厂 设 定	在自学习模式中数据 霓虹灯显示的有无			
					不带 PG 的 V/F 控制	带 PG 的 V/F 控制	不带 PG 的矢量 控制	带 PG 的矢量 控制
T1-00	电动机 1/2 的选 择 <sup>*1</sup>	选择换为电动机 2 时，选择进行自学习的电动机（不选择电动机 2 时，该参数将不会显示）	1. 2	1	○	○	○	○
T1-01	自学习 模式选择	选择自学模式： 0：旋转型自学习 1：停止型自学习 1 2：仅对线间电阻的停止型自学习 4：停止型自学习 2	0~2, 4 <sup>*8</sup>	2 <sup>*2</sup>	○ 仅 2	○ 仅 2	○	○
T1-02	电动机 输出功率	以 kW 为单位设定电动机的输出功率 <sup>*3*5</sup>	0.00~ 650.00 (kW)	0.40 (kW) <sup>*6</sup>	○	○	○	○
T1-03	电动机 额定电压	以 V 为单位设定电动机的额定电压 <sup>*3*4</sup>	0.0~255.0 V (200V 级) 0.0~510.0 V (400V 级)	200.0V (200V 级) 400.0V (400V 级)	—	—	○	○
T1-04	电动机额 定电流	以 A 为单位设定电动机的额定电流 <sup>*3*5</sup>	0.32~ 6.40A <sup>*9</sup>	1.90A <sup>*6</sup>	○	○	○	○
T1-05	电动机的 基本频率	以 Hz 为单位设定电动机的标准转速 <sup>*3</sup>	0.0~ 300.0Hz <sup>*10</sup>	50.0Hz	—	—	○	○
T1-06	电动机的 极数	设定电动机的极数	2~48 极	4 极	—	—	○	○
T1-07	电动机的 基本转速	以 min <sup>-1</sup> 为单位设定电动机的标准转速 <sup>*3</sup>	0~24 000	1450min <sup>-1</sup>	—	—	○	○
T1-08	自学习 时的 PG 脉冲数	设定使用的 PG（脉冲发生器、编码器）的脉冲数按电动机每旋转一圈的脉冲数设定不成倍递增的值	0~60 000	600	—	—	—	○
T1-09	电动机空 载电流	设定电动机试验结果表中记载的电动机空载电流值。 仅选择停止型自学习 2（T1-01=4）时显示	0.00~ 1.89 <sup>*7</sup>	1.20A <sup>*6</sup>	—	—	○	○

对于表 6-5 的说明如下：

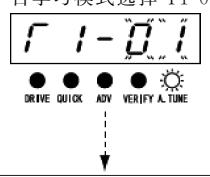
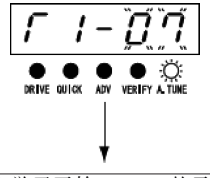
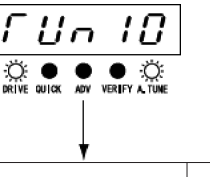
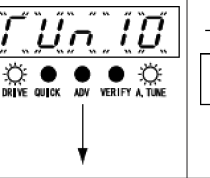
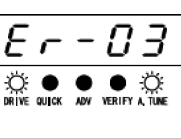
\* 1：通常不显示。多功能数字式输入只有在选择了电动机切换指令（H1-01 ~ H1-06 的任意一个设定为 16）时显示。

- \* 2：出厂设定因控制模式不同而异（显示不带 PG V/F 控制的出厂设定）。
- \* 3：当为恒定输出电动机时，设定基本转速时的值。
- \* 4：当为变频电动机或矢量专用电动机时，电压或频率可能会比通用电动机低。请务必确认铭牌及测试报告书。另外，如果不知道空载时的值，为了保证精度，请设定 T1-03 为空载时的电压，表中 T1-05 为空载时的频率。
- \* 5：矢量控制时可稳定控制的设定值范围是变频器额定的 50%~100%。
- \* 6：变频器容量不同，其出厂设定也不同（表中为 200V 级 0.4kW 变频器的设定值）。
- \* 7：设定范围因变频器容量不同而异（表中为 200V 级 0.4kW 的变频器的值）。
- \* 8：将 T1-01 设定为 2 时，进行 T1-02 和 T1-04 的设定。如果为不带 PG 的 V/F 控制、带 PG 的 V/F 控制时，仅为设定值 2。
- \* 9：设定范围为变频器额定输出电流的 10%~200%（显示的是 200V 级 0.4kW 变频器的值）。
- \* 10：将 C6-01 设定为 1 时，设定上限为 400.0。

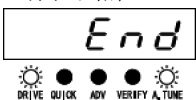
5. 自学习时操作器的显示

自学习时操作器的画面显示如表 6-6 所示。

表 6-6 自学习时操作器的画面显示

操作器显示画面		说 明
<p>自学习模式选择 T1-01</p> 		进行与程序模式相同的操作，参考表 6-5，确认，设定显示的 T1 参数的设定值。 特别注意 T1-01（自学习模式的选择）的设定值必须要正确，同时确认电动机与机械周围的安全性
<p>电动机的基本 T1-07 (旋转型自学习示例)</p> 		T1-07 为止的设定一结束，就显示自学习开始画面，TUNE 和 DRIVE 的 LED 点亮。 当是停止型自学习 2 时，只能设定到 T1-09 为止，这点需要注意
<p>自学习开始 TUn10 的示例</p> 		在自学习开始画面中按下 RUN 键，开始自学习。TUn□□的十位数字表示电动机 1/2 的选择（T1-00）的设定值，个位数字表示自学习模式选择（T1-01）的设定值
<p>自学习中</p> 	<p>输入停止指令</p> 	如果在自学习时按下 STOP 键或发生测定故障，会显示出错误信息中断自学习，请参照自学习时发生的故障

续表

操作器显示画面	说 明
自学习结束 	END 约显示 1~2min, 自学习结束

## 6.2 高性能矢量变频器的运行和参数的确认及保存

本节的高性能矢量变频器以欧姆龙 3G3RV 为例。

### 1. 矢量变频器空载运行

电动机在空载（机械与电动机脱离）状态下，按下数字式操作器的 LOCAL/REMOTE 键，进入 LOCAL 模式（操作器上的 SEQ 和 REF 的 LED 熄灭）。

在确认电动机和机械周围的安全后，通过数字式操作器运行变频器。需要确认电动机正常旋转，且变频器无故障显示。按下数字式操作器上的 JOG 键，则仅在按键期间内可用点动频率指令 [D1-17（出厂设定值为 6.00Hz）] 运行。由于外部顺序的关系，不能通过数字式操作器运行时，要在确认紧急停止回路或机械侧安全装置动作后，在 REMOTE（来自控制回路端子的信号）模式下运行。机械与电动机连接运行时，需要事先采取与此相同的安全措施。

### 2. 矢量变频器的实际负载运行

将机械直接与电动机连接，与上述空载运行相同，通过数字式操作器或控制回路端子信号来运行。

负载机械的连接：

在确认电动机已完全停止后，再将其与负载机械连接起来；将电动机轴与负载机械切实连接好，以免安装螺钉等松动。

用数字式操作器进行的运行：

与空载运行时相同，使用数字式操作器在 LOCAL 模式下使机械运行；

为防止故障动作，使数字式操作器的 STOP 键处于随时可按下的状态；

频率指令先设定为实际动作速度的 1/10 的低速指令。

### 3. 矢量变频器运行状态的确认

在低速状态下确认负载机械的动作方向是否正确、负载机械是否平滑地动作后，再增大频率指令。改变频率指令或旋转方向后，确认机械有无振动或异常声音。并通过监视显示确认 U1-03（输出电流）是否过大。如果发生失调或振动等控制类故障时，需要按照变频器的“调整指南”进行调整。

### 4. 矢量变频器参数的确认与保存

在校验模式（操作器上的 VERIFY 的 LED 点亮）下，预先确认在试运行时被变更的参数，并将其记录到参数一览表中。在校验模式下，同时显示通过自学习被自动变更的参数。另外，根据需要，还可通过复制功能（高级程序模式下显示的参数 03-01、03-02），将变更内容从变频器主体复制（保存）至操作器内部的保存区域。如果事先在数字式操作器中保存了变更内容，万一变频器发生故障而需要更换主机时，可从迄今为止使用的操作



器中将变更内容简单地复制到备用的变频器中，简单地完成恢复作业。其他便于参数管理的功能如下包括：

- 用户参数保存
- 参数的访问级
- 密码

试运行完毕后，如果将 02-03 设定为 1，此时的设定内容被保存到变频器主体中另外的保存区域中。然后将 A1-03（初始值）设定为 1110（用户设定的初始化），此时，以前的设定内容将被取消，恢复为保存在别的保存区域中的以前的设定内容（将 02-03 设定为 1 时的内容）。

### 5. 欧姆龙 3G3RV 变频器的调整指南

在试运行中，如果发生失调或振动等控制类故障，可根据控制模式调整表 6-7 中的参数。表 6-7 仅给出了调整频率较高的参数。

表 6-7 调整频率较高的参数

控制模式	名称(参数 NO)	性 能	出 厂 设 定	推 荐 值	调 整 方 法
V/F 控制 (A1-02 =0 或 1)	防止失调增益 (N1-02)	中 速 (10 ~ 40Hz) 时 失 调, 振动控制	1.00	0.50~2.00	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 重载且转矩不足时, 减小设定值;</li> <li>● 轻载但发生失调、振动时增大设定值</li> </ul>
	载波频率选择 (C6-02)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 电动机电磁噪声改善</li> <li>● 低速、中速时的失调、振动控制</li> </ul>	1 (C6-1=0 时) 根据容量而异 (C6-01=1 时)	0~初始值	电动机电磁噪声较大时, 增大设定值 低速、中速时发生失调、振动时
	转矩补偿的滤波时间参数 (C4-02)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 转矩、速度响应改善</li> <li>● 失调、振动控制</li> </ul>	根据容量而异	200~1000ms	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 转矩、速度响应慢时; 减小设定值</li> <li>● 发生失调、振动时, 增大设定值</li> </ul>
	转矩补偿增益 (C4-01)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 低速 (10Hz 以下) 时的转矩改善</li> <li>● 失调、振动控制</li> </ul>	1.00	0.50~1.50	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 低速且转矩不足时, 增大设定值</li> <li>● 轻载且发生失调、振动时, 减小设定值</li> </ul>
	中间输出频率电压 (E1-08) 最低输出频率电压 (E1-10)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 低速时的转矩改善</li> <li>● 启动时的冲击控制</li> </ul>	根据容量、电压而异	初始值~初始值+3~5V*	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 低速且转矩不足时, 增大设定值;</li> <li>● 启动且冲击较大时, 减小设定值</li> </ul>
不带 PG 的 矢量控制 (A1-02=2)	速度反馈检测控制 (AFR) 增益 (N2-01)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 转矩、速度响应改善</li> <li>● 中速 (10 ~ 40Hz) 时 失 调、振 动 控制</li> </ul>	1.00	0.50~2.00	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 转矩、速度响应慢时, 减小设定值;</li> <li>● 发生失调、振动时, 增大设定值</li> </ul>
	转矩补偿的滤波时间参数 (C4-02)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 转矩、速度响应改善</li> <li>● 失调、振动控制</li> </ul>	20ms	20~100ms	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 转矩、速度响应慢时, 减小设定值</li> <li>● 发生失调、振动时, 增大设定值</li> </ul>
	滑差补偿滤波时间参数 (C3-02)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 速度响应改善</li> <li>● 速度稳定性改善</li> </ul>	200ms	100~500ms	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 速度响应慢时, 减小设定值</li> <li>● 速度不稳定时, 增大设定值</li> </ul>
	滑差补偿增励 (C3-01)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 速度精度改善</li> </ul>	1.0	0.5~1.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 速度慢时, 增大设定值</li> <li>● 速度快时, 减小设定值</li> </ul>



续表

控制模式	名称(参数 NO)	性 能	出 厂 设 定	推 荐 值	调 整 方 法
不带 PG 的 矢量控制 (A1-02 =2)	载波频率选择 (C6-02)	<ul style="list-style-type: none"> <li>电动机电磁噪声改善</li> <li>低速 (10Hz 以下) 时的失调、振动控制</li> </ul>	1 (C6-01=0 时) 根据容量而异 (C6-01=1 时)	0~初始值	<ul style="list-style-type: none"> <li>电动机电磁噪声较大时, 增大设定值;</li> <li>低速且发生失调、振动时, 减小设定值</li> </ul>
	中间输出电压 (E1-08) 最低输出电压 (E1-10)	<ul style="list-style-type: none"> <li>低速时的转矩、速度响应改善</li> <li>启动时的冲击控制</li> </ul>	根据容量变、电压而异	初始值-初始值 +1~2V*	<ul style="list-style-type: none"> <li>转矩、速度响应慢时, 增大设定值</li> <li>启动冲击较大时, 减小设定值</li> </ul>
带 PG 的 矢量控制 (A1-02 =3)	速度控制(ASR) 的比例增益 1 (C5-01) 速度控制(ASR) 的比例增益 2 (C5-03)	<ul style="list-style-type: none"> <li>转矩、速度响应</li> <li>失调、振动控制</li> </ul>	20.00	10.00~50.00	<ul style="list-style-type: none"> <li>转矩、速度响应慢时, 增大设定值 (标准: 每次增大 5);</li> <li>发生失调、振动时, 减小设定值</li> </ul>
	速度控制 (ASR) 的积分时间 (高速测) (C5-02) 速度控制 (ASR) 的积分时间 2 (低速测) (C5-04)	<ul style="list-style-type: none"> <li>转矩、速度响应</li> <li>失调、振动控制</li> </ul>	0.500s	0.300~1.000s	<ul style="list-style-type: none"> <li>转矩、速度响应慢时, 减小设定值;</li> <li>发生失调、振动时, 增大设定值</li> </ul>
	速度控制 (ASR) 增益切换频率 (C5-07)	根据输出频率切换 ASR 比例增益、积分时间	0.0Hz	0.0-最高输出频率	<ul style="list-style-type: none"> <li>在低速侧或高速侧不能确保 ASR 比例增益和积分时间时, 可根据输出频率进行切换</li> </ul>
	速度控制 (ASR) 的滤波时间 (C5-06)	失 调、振 动控制	0.004s	0.004~0.020s	<ul style="list-style-type: none"> <li>转矩、速度响应慢时, 减小设定值 (标准: 每次减小 0.01);</li> <li>机械刚性较低且易发生振动时, 增大设定值</li> </ul>
	载波频率选择 (C6-02)	<ul style="list-style-type: none"> <li>电动机电磁噪声改善</li> <li>低速 (3Hz 以下) 时的失调、振动控制</li> </ul>	1 (C6-01=0 时) 根据容量而异 (C6-01=1 时)	2.0kHz~初始值	<ul style="list-style-type: none"> <li>电动机电磁噪声较大时, 增大设定值;</li> <li>低速且发生失调、振动时, 减小设定值</li> </ul>

除表 6-7 以外的对控制功能有间接影响的参数及用途如表 6-8 所示。

表 6-8 对控制功能有间接影响的参数及用途

名 称	用 途
CT/VT 选择 (C6-01)	选择最大转矩和过负载耐量为 120% 或 150%
DWELL 功能 (b6-01-04)	在重载和机械的齿隙较大时使用
DROOP 功能 (b7-01, 02)	在优化电动机转矩特性或在 2 台电动机之间保持负载平衡时使用 (控制模式 A1-02=3 时有效)
加减速时间 (C1-01-11)	调整和减速时的转矩
S 字特性 (C2-01-04)	为防止加减速开始、加减速完毕时的冲击而使用

续表

名 称	用 途
跳跃频率（d03-01-04）	避开机械的共振点运行时使用
模拟量输入的滤时间参数（H3-12）	防止因噪声而使模拟量输入信号发生变化时使用
防止失速（L3-01-06、11，12）	防止重载及突然加减速时的电动机失速和 OV（过电压故障）时使用。当为初始值时有效，通常无需变更，但在使用制动电阻器时，需设定为减速中防止失速功能 L3-04=0（无效）
转矩极限（L7-01-04、06，07）	设定矢量控制时的最大转矩，增大设定时，使变频器容量大于电动机容量；减小设定时，重载电动机会失速，需注意
前馈控制（N5-01-04）	即使是机械类刚性较低，速度控制器（ASR）的增益不能提高，也可提高加减速时的响应或降低超调。必须设定负载与电动机的转动量比和电动机单体的加速时间

6.3 安邦信 G9 高性能矢量变频器的试运行

6.3.1 键盘的试运行

1. 键盘电位器的运行

键盘电位器的操作方法：变频器上电，键盘显示 0.0，然后按 RUN 键，变频器开始运行，旋转调节键盘上的电位器，从键盘上可以读到当前的输出频率。在转速设定精度要求不太高时，此法调节很方便。时序图如图 6-4 所示。

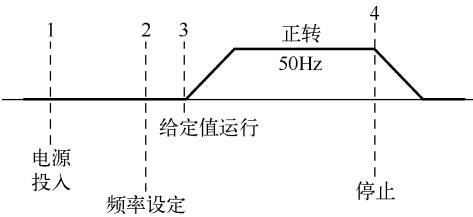


图 6-4 安邦信 G9 键盘电位器运行时序图

键盘电位器的运行步骤如表 6-9 所示。

表 6-9 键盘电位器的运行步骤

操作说明	按键操作	键 盘 显 示
1. 输入电源 显示频率指令值		0.0
2. 频率设定 旋转键盘上的模拟电位器给定参考频率		50.0
3. 运行指令 按键盘上的 RUN 键，变频器已开始运行	RUN	50.0

续表

操作说明	按键操作	键盘显示
输出频率显示监视	<div>DSPL</div>	<div>50.0</div>
4. 停止	<div>STOP</div> <div>RESET</div>	<div>0.0</div>

2. 键盘操作运行

操作方法：假设某负载需先正向 20Hz 运行，然后再调整到 50Hz 运行，最后改为反转。采用键盘操作运行时，可以通过如图 6-5 所示的操作完成。

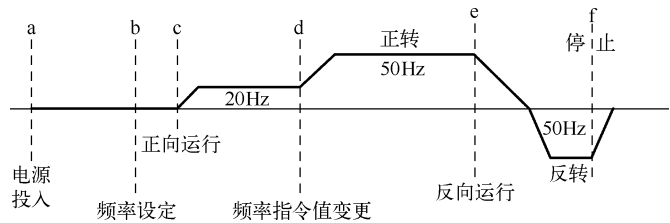


图 6-5 键盘操作运行时序图

键盘操作运行步骤如表 6-10 所示。

表 6-10 键盘操作运行步骤

操作说明	按键操作	键盘显示
1. 输入电源 显示频率指令值	——	<div>0.0</div>
2. 频率设定 指令值的变更	<div>DSPL</div> <div>▲</div> <div>▼</div>	<div>20.0</div> <div>闪烁</div>
设定值输入	<div>ENTER</div>	<div>20.0</div>
输出频率显示	<div>DSPL</div>	<div>0.0</div>
3. 正向运转 20Hz 运行 4. 频率指令变更 20~50Hz 指令值变更 设定值输入	<div>RUN</div> <div>DSPL</div> <div>按 7 次</div> <div>▲</div> <div>▼</div> <div>变更指令</div> <div>ENTER</div>	<div>20.0</div> <div>20.0</div> <div>50.0</div> <div>闪烁</div> <div>50.0</div>
5. 反向运行 改为反转	<div>DSPL</div> <div>按 3 次</div> <div>▲</div> <div>▼</div>	<div>F0r</div> <div>rEu</div> <div>闪烁</div>

续表

操作说明	按键操作	键盘显示
设定值输入	<div>ENTER</div>	<div>rEu</div>
监视频率输出	<div>DSPL</div> 按 5 次	<div>50.0</div>
6. 停止	<div>STOP RESET</div>	<div>0.0</div>

6.3.2 外部端子信号的测试运行

外部端子信号的测试运行方法如图 6-6 所示。

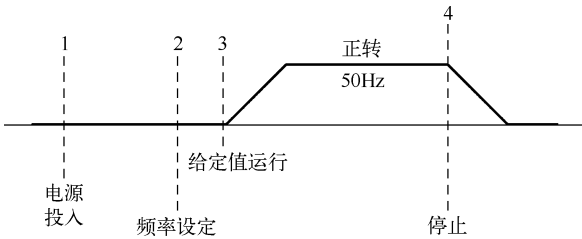


图 6-6 外部端子运行方法时序图

外部端子运行操作步骤如表 6-11 所示。

表 6-11 外部端子运行操作步骤

操作说明	按键操作	键盘显示
1. 输入电源 显示频率指令值 运行条件设定，选择端子控制 2. 频率设定 控制回路端子 VS 或 IS 输入电压或电流信号改变频率值的显示 输出频率显示（监视） 3. 运行指令 控制回路端子 S1 与 COM 短路 4. 停止 控制回路端子 S1 与 COM 断开，停止运行	<div>LOCAL REMOTE</div> <div>DSPL</div>	<div>0.0</div> <div>REMOTE 灯亮</div> <div>50.0</div> <div>0.0</div> <div>50.0</div> <div>RUN灯亮</div> <div>0.0</div>

6.4 艾默生高性能矢量变频器 TD1000 的试运行

用操作面板进行频率、正/反转设定及完成启/停，如图 6-7 所示。

- ① 用 PRG 键进入编程状态；
- ② 读 F01 参数，并修改到 10.00Hz；
- ③ 用 PRG 回到停机状态；

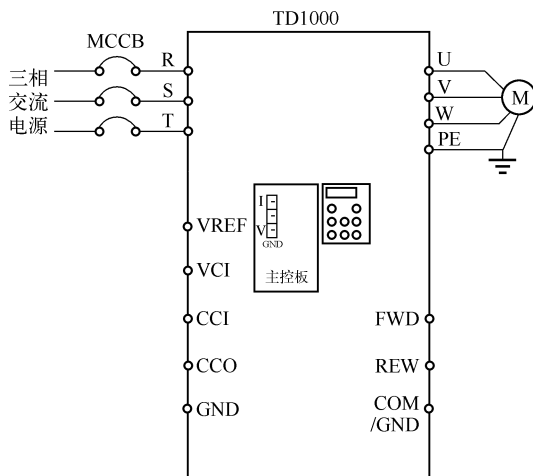


图 6-7 操作面板操作配线图

- ④ 用 RUN 键运行；
- ⑤ 运行中用上升和下降键修改运行频率；
- ⑥ 修改 F03 内容，改成反转运行；
- ⑦ 用 STOP 键减速停止；
- ⑧ 断电。

用操作面板设定、修改频率，用控制端子完成启/停，如图 6-8 所示。

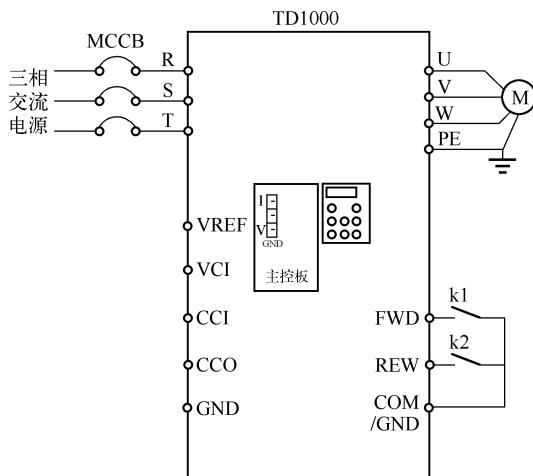


图 6-8 操作面板和控制端子共同操作图

操作步骤如下：

- ① 用 PRG 键进入编辑状态；
- ② 分别定义如下参数：

F00=0:由操作面板设定频率；

F01=10:给定频率初始值；

F02=1:运行命令由控制端子 FWD、REV、COM/GND 控制;

F63=1;

F72=0:两线控制模式 1;

- ③ 用 PRG 回到停机状态;
- ⑤ 将 FWD 与 COM 之间的开关 K1 关闭,电动机开始运转;
- ⑤ 采用上升和下降进行频率更改;
- ⑥ 断开 K1 合上 K2,电动机反向运转;
- ⑦ 断开 K1、K2,变频器减速停止;
- ⑧ 断电。

控制端子完成点动功能运行操作时,控制端子完成点动功能运行配线图如图 6-9 所示。

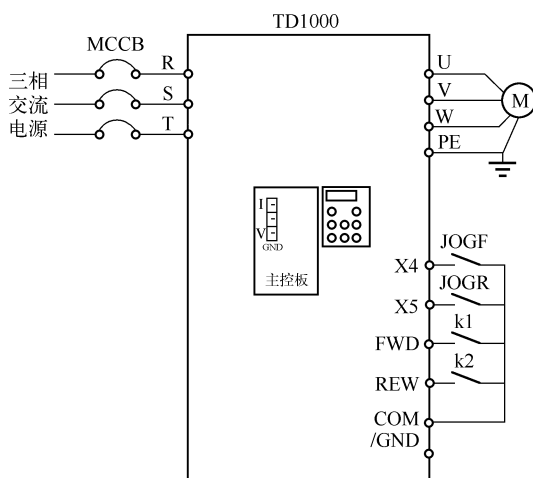


图 6-9 控制端子完成点动功能运行配线图

操作步骤如下:

- ① 用 F02=1 进入端子操作方式;
- ② 用 PRG 进入编辑状态;
- ③ 定义如下参数:

F21:定义点动频率

F22:定义点动加速时间

F23:定义点动减速时间

- ④ 定义 JOGF 和 JOGR 端子:

F63=1

F70=7 定义 X4 为 JOGF 端子

F71=8 定义 X5 为 JOGR 端子

- ⑤ 用 PRG 返回停机状态;

- ⑥ 用 JOGF 和 JOGR 端子实施点动运行；
- ⑦ 断电。

用控制端子输入频率设定信号，用控制端子进行运转控制操作，配线图如图 6-10 所示。

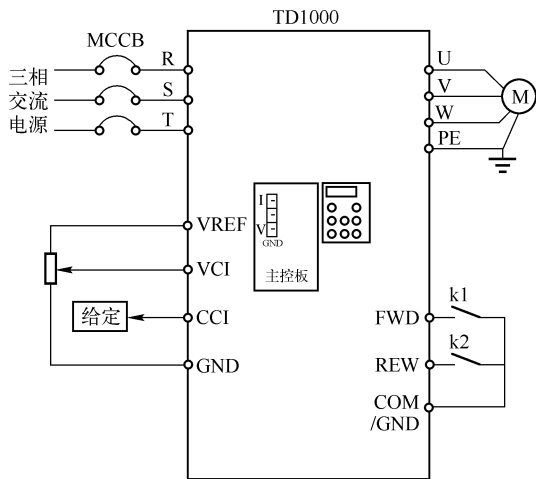


图 6-10 用控制端子进行运转控制操作配线图

用控制端子进行运转控制操作的步骤如下：

- ① 用 PRG 进入编辑状态；
- ② 定义如下参数：
  - F00=2:定义频率设定信号输入通道(VCI-GND)；  
(说明,选择 CCI-GND时还应相应选择 CN10 的位置)
  - F02=1:用控制端子 FWD-COM/GND 作为运行命令控制输入；
- ③ PRG 返回停机状态；
- ④ 合上 K1、电动机开始运行，调节外接电位器运行频率发生变化；
- ⑤ 断开 K1，电动机减速停止；
- ⑥ 合上 K2，电动机反向运行；
- ⑦ 断开 K2，电动机减速停止；
- ⑧ 断电。

## 6.5 中源高性能矢量变频器的试运行

中源矢量变频器的简单运转操作流程如表 6-12 所示。

表 6-12 中源矢量变频器的简单运转操作流程

流 程	操 作 内 容
安装和使用环境	在符合产品技术规格要求的场所安装变频器，主要考虑环境条件（温度、湿度等）及变频器的散热等因素是否符合要求

续表

流 程	操 作 内 容
变频器配线	主电路输入、输出端子配线；接地线配线；开关量控制端子、模拟量端子、通信接口等配线
通电前检查	确认输入电源电压正确，输入供电回路接有断路器； 变频器已正确可靠接地； 电源线正确接入变频器的电源输入端子（单相电网接 L1/R、L2/S 端子，三相电网接 L1/R、L2/S、L3/T 端子）； 变频器的输出端 U、V、W 与电动机正确连接； 控制端子的接线正确，外部各种开关全部正确预置； 电动机空载（机械负载与电动机脱开）
上电检查	变频器是否有异常声响、冒烟、异味等情况； 控制面板显示正常，无故障报警信息； 如有异常现象，请立即断开电源
正确输入电动机铭牌参数及进行电动机参数测量	在正确输入电动机的铭牌参数并进行电动机参数学习时，务必认真核对，否则运行时可能会出现严重问题； 在选择矢量控制方式第一次运行前，要进行电动机参数测量，以获得被控电动机的准确电气参数； 在执行参数测量前，必须断开电动机与机械负载的连接，使电动机处于完全空载状态； 如果电动机尚处于旋转状态，请勿进行参数测量
设置运行控制参数	正确设置变频器和电动机的参数，主要包括：目标频率、上下限频率、加减速时间、方向控制命令等参数，用户可根据实际应用情况选择相应的运行控制方式
空载试运行检查	电动机空载，用控制面板或控制端子启动变频器运行，检查并且确认驱动系统的运行状态。 电动机：运行平稳、旋转正常、转向正确、加减速过程正常、无异常振动、无异常噪声、无异常气味； 变频器：控制面板显示数据正常、风扇运转正常、继电器的动作顺序正常、无振动噪声等异常情况； 如有异常情况，要立即停机检查
带负载试运行检查	在空载运行正常后，连接好驱动系统负载； 用控制面板或控制端子启动矢量变频器，并逐渐增加负载； 在负载增加到 50%、100% 时，分别运行一段时间，以检查系统运行是否正常； 在运行中要全面检查，注意是否出现异常情况； 如有异常情况，要立即停机检查
运行中检查	电动机是否平稳转动； 电动机转向是否正确； 电动机转动时有无异常振动或噪声； 电动机加减速过程是否平稳； 变频器输出状态和面板显示是否正确； 风机运转是否正常，有无异常振动或噪声； 如有异常，要立刻停机，断开电源检查

中源矢量变频器的基本操作：

A900 系列变频器的基本操作举例。下面以 7.5kW 变频器，驱动 7.5kW 的三相异步交流电动机为例，说明各种基本控制操作过程。

电动机的铭牌参数为 4 极；额定功率为 7.5kW；额定电压为 380V；额定电流为 15.4A；额定频率为 50.00Hz；额定转速为 1440rpm。

(1) 用控制面板进行频率设定、启动、正转、停止的操作过程。



① 按图 6-11 配线，检查接线正确后，合上空气开关，变频器上电；

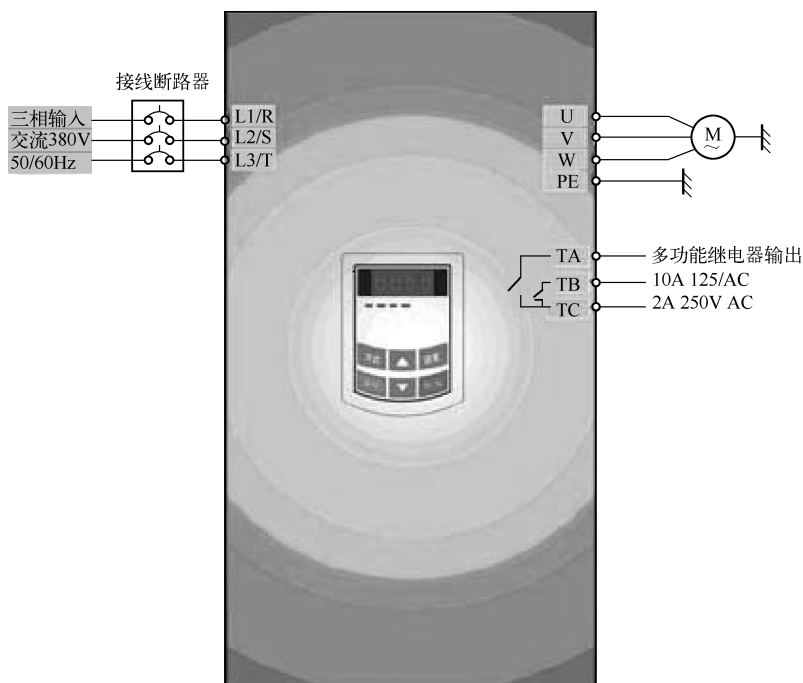


图 6-11 中源矢量变频器用控制面板操作配线

② 按方式键，进入编程菜单。

③ 进行电动机定子电阻参数测量

- 进入 F801 参数，设置电动机的额定功率为 7.5kW；
- 进入 F802 参数，设置电动机的额定电压为 380V；
- 进入 F803 参数，设置电动机的额定电流为 15.4A；
- 进入 F804 参数，设置电动机的极数为 4；
- 进入 F805 参数，设置电动机的额定转速为 1440rpm；
- 进入 F800 参数，设置为 1 或 2 电动机参数测量允许（设为 1 时为旋转参数测量，2 时为静止参数测量，旋转参数测量时请保证电动机与负载脱开）；
- 按运行键，进行电动机参数测量。检测结束后，电动机停止旋转，相关参数存储于 F806~F809 中。

④ 设置变频器的功能参数：

- 进入 F106 参数，设置为 0，控制方式选择无速度传感器矢量控制；
- 进入 F203 参数，设置为 0；
- 进入 F111 参数，设置上限频率为 50.00Hz；
- 进入 F200 参数，设置为 0，选择控制面板启动方式；
- 进入 F201 参数，设置为 0，选择控制面板停机方式；
- 进入 F202 参数，设置为 0，选择正转锁定。

⑤ 按运行键，启动变频器运行。

- ⑥ 在运行中，可按动▲或▼键，修改变频器当前频率。
- ⑦ 按“停/复”键一次，电动机减速，直到停止运行。
- ⑧ 断开空气开关，变频器断电。
- (2) 用控制面板进行频率设定，用控制端子进行正/反转启动、停止的操作过程。
- ① 按图 6-12 配线，检查接线正确后，合上空气开关，变频器上电。

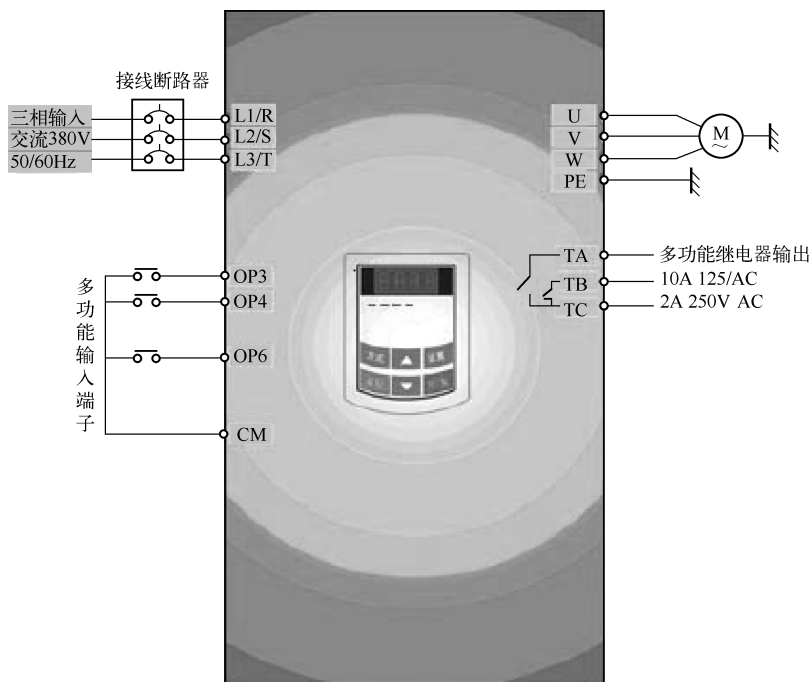


图 6-12 用控制面板进行频率设定，用控制端子进行正/反转启动、停止的接线

- ② 按方式键，进入编程菜单。
- ③ 进行电动机参数学习；
- ④ 设置变频器的功能参数；
- 进入 F106 参数，设置为 0，控制方式选择无速度传感器矢量控制；
  - 进入 F203 参数，设置为 0，选择频率设定方式为数字给定记忆；
  - 进入 F111 参数，设置上限频率为 50.00Hz；
  - 进入 F208 参数，设置为 1，选择二线控制模式 1（注意：F208 不等于 0 时，F200、F201、F202 不再有效）；
- ⑤ 闭合 OP3 开关，变频器开始正向运行；
- ⑥ 在运行中，可按动▲和▼键，修改变频器当前频率；
- ⑦ 在运行中，断开 OP3 开关，再闭合 OP4 开关，电动机运行方向改变（注意：请用户根据负载情况设置正反转间隔时间 F120，如过短可能会出现变频器 OC 保护）；
- ⑧ 断开 OP3 开关和 OP4 开关，电动机减速，直到停止运行；
- ⑨ 断开空气开关，变频器断电。
- (3) 用控制面板进行点动运行的操作过程。

- ① 按图 6-10 配线，检查接线正确后，合上空气开关，变频器上电；
- ② 按方式键，进入编程菜单；
- ③ 进行电动机参数测量；
- ④ 设置变频器的功能参数；
  - 进入 F132 参数，设置为 1，选择控制面板点动；
  - 进入 F200 参数，设置为 0，选择控制面板运行命令控制方式；
  - 进入 F124 参数，设置点动运行频率为 5.00Hz；
  - 进入 F125 参数，设置点动加速时间为 30s；
  - 进入 F126 参数，设置点动减速时间为 30s；
  - 进入 F202 参数，设置为 0，选择正转锁定。
- ⑤ 一直按住运行键，电动机加速到点动设定频率，并保持点动运行状态；
- ⑥ 松开运行键，电动机减速，直到停止点动运行；
- ⑦ 断开空气开关，变频器断电。

(4) 用模拟量端子进行频率设定，用控制端子进行运行控制的操作过程。

① 按图 6-13 配线，检查接线正确后，合上空气开关，变频器上电。注意：外部模拟信号设定电位器可选择 2K~5K 电位器。对于精度要求高的场合选用精密多圈电位器，接线使用屏蔽线，屏蔽层近端可靠接地。

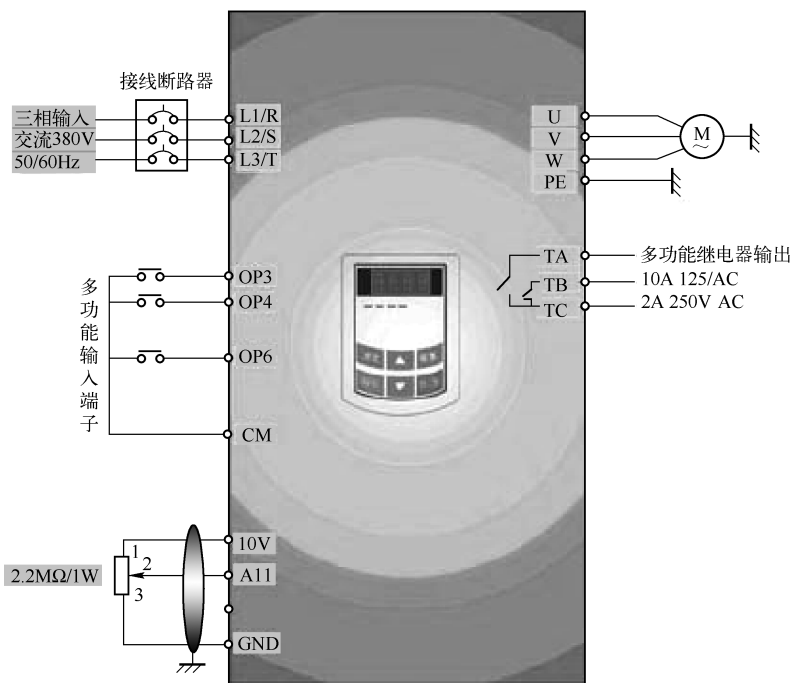


图 6-13 用模拟量端子控制配线

- ② 按方式键，进入编程菜单；
- ③ 进行电动机参数学习；
- ④ 设置变频器的功能参数；

- 进入 F106 参数，设置为 0，控制方式选择无速度传感器矢量控制；
- 进入 F203 参数，设置为 1，选择模拟 AI1，0~10V 电压端子频率设定方式；
- 进入 F208 参数，设置为 1，选择方向端子（OP6 设置为自由停机，OP3 设置为正转；OP4 设置为反转）控制运行；

⑤ 对于 E1000 系列 15kW 及其以下功率变频器控制端子排附近有一个两位红色拨码开关 SW1，如图 6-14 所示。拨码开关的作用是选择模拟量输入端子 AI2 的电压信号（0~5V/0~10V）或电流信号，出厂值默认为电流通路。使用时通过 F203 选择模拟量输入通道。按图示把开关 1 拨到 ON 位置，2 拨到 ON 位置，选择 0~20mA 电流调速。其他拨码开关的位置与调速方式详表 6-13。

⑥ 对于 E1000 系列 18.5kW 以上功率变频器控制端子排附近有一个四位红色拨码开关 SW1，如图 6-15 所示。拨码开关选择模拟量输入端子 AI1、AI2 输入范围（0~5V/0~10V/0~20mA），通过 F203 选择输入通道。出厂时拨码开关的位置如图 4-5，即 AI1 为 0~10V 输入，AI2 为 0~20mA 输入。其他拨码开关的位置与调速方式详见表 6-14。

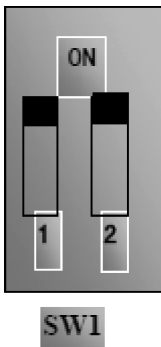


图 6-14 拨码开关

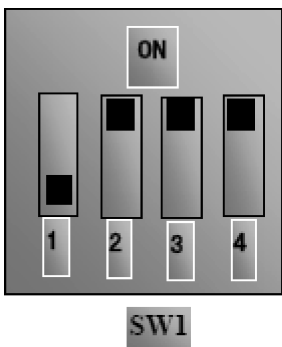


图 6-15 18.5kW 以上功率变频器拨码开关示意图

表 6-13 模拟量调速时拨码开关的位置与调速方式

F203 设为 2，则选择了 AI2 模拟量通道		
拨码开关 1	拨码开关 2	调整方式
OFF	OFF	0~5V 电压
OFF	ON	0~10V 电压
ON	ON	0~20mA 电流
ON 指拨码开关置于顶部位置		
OFF 指拨码开关置于底部位置		

- ⑦ 闭合 OP3 开关，电动机开始正向运转；
- ⑧ 在运行中，可调节设定电位器，修改变频器当前设定频率；
- ⑨ 在运行中，断开 OP3 开关，再闭合 OP4 开关，电动机运行方向改变；
- ⑩ 断开 OP3 开关和 OP4 开关，电动机减速，直到停止运行；
- ⑪ 断开空气开关，变频器断电。

表 6-14 模拟量调速时拨码开关的位置与调速方式

F203=1 选择 A11 通道			F203=2 选择 A12 通道		
拨码开关 1	拨码开关 3	模拟信号范围	拨码开关 2	拨码开关 4	模拟信号范围
OFF	OFF	0~5V 电压	OFF	OFF	0~5V 电压
OFF	ON	0~10V 电压	OFF	ON	0~10V 电压
ON	ON	0~20mA 电流	ON	ON	0~20mA 电流
ON 指拨码开关置于顶部位置					
OFF 指拨码开关置于底部位置					

# 第 7 章 高性能矢量变频器按功能设定参数

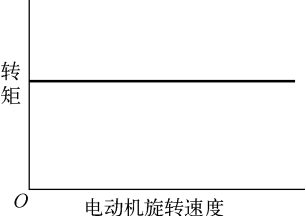
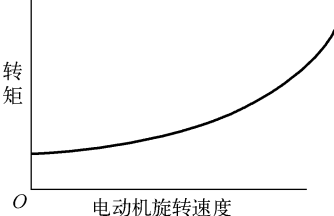
## 7.1 欧姆龙 3G3RV 变频器的基本功能参数设定

### 7.1.1 欧姆龙 3G3RV 变频器结合用途选择过载

根据欧姆龙 3G3RV 变频器的用途，应对欧姆龙 3G3RV 参数 C6-01（CT：低载波恒定转矩，VT：高载波递减转矩）进行选择。根据 C6-01 的设定，变频器的载波频率、过载耐量、最高输出频率的设定范围不同。

- 0：CT（低载波定转矩用途，150％、1 分钟）
- 1：VT（高载波递减转矩用途，120％，其中 CT/VT 的不同点如表 7-1 所示。

表 7-1 CT/VT 的不同点

低载波恒定转矩	高载波递减转矩
<p>恒定转矩（CT）</p> 	<p>递减转矩（VT）</p> 
恒定转矩即相对于速度，负载转矩恒定，因此需要过载耐量，用于起重机、传送带、吊车等摩擦负载或重力负载	递减转矩指随着速度的下降，负载转矩也将减少，一般不需要过载耐量，用于风扇、泵等
低载波：有电磁噪声	高载波：无电磁噪声

### 7.1.2 欧姆龙 3G3RV 变频器频率指令参数设定

#### 1. 选择频率指令的输入

设定参数 b1-01，选择频率指令的输入方法，如表 7-2 所示。

表 7-2 频率指令的输入方法

参数 NO	名 称	内 容	设定范围	出厂设定
b1-01	频率指令的选择	设定频率指令的输入方法 0：数字式操作器 1：控制回路端子（模拟量输入） 2：MEMOBUS 通信 3：选购卡 4：脉冲序列输入	0～4	1

(1) 用数字式操作器输入频率指令（数字设定）。

将 b1-01 设定为 0，则可从数字式操作器输入频率指令。从数字式操作器频率指令设定画面上输入频率指令。

(2) 用控制回路端子输入频率指令（模拟量设定）。

将 b1-01 设定为 1 时，可从控制回路端子 A1（电压输入）、控制回路端子 A2（电压/电流输入）或 A3（电压输入）输入频率指令。

① 仅输入主速频率指令时（电压输入）

通过输入电压来输入主速频率指令时，向控制回路端子 A1 输入电压。主速频率指令的电压输入如图 7-1 所示。

② 仅输入主速频率指令时（电流输入）

通过输入电流来输入主速频率指令时，需要向控制回路端子 A2 输入电流。主速频率指令的电流输入如图 7-2 所示。但应向端子 A1 处输入 0V，将 H3-08（多功能模拟量输入端子 A2 信号电平选择）设定为 2（电流输入），将 H3-09（多功能模拟量输入端子 A2 选择）设定为 2（加上 A1 输入）。

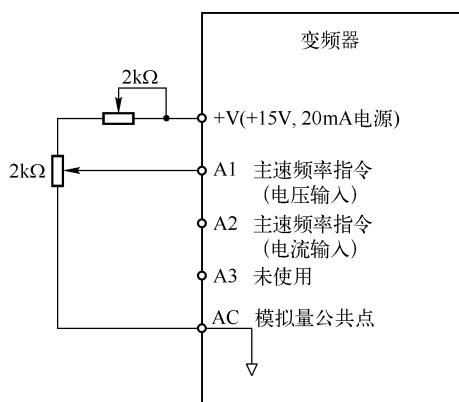


图 7-1 主速频率指令的电压输入

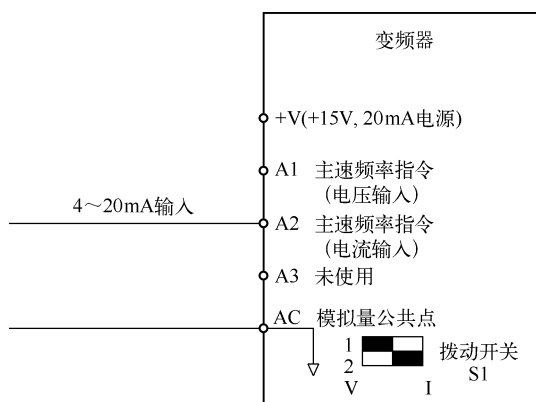


图 7-2 主速频率指令的电流输入

向端子 A2 输入电流信号时，将电压/电流切换开关 S1 的 2 置为 ON（I 侧）。通过电压信号输入时，将电压/电流切换开关 S1 的 2 置为 OFF（V 侧）。另外，根据输入信号选择 H3-08。

③ 切换主速/辅助频率指令的 2 段速时

在切换主速/辅助的 2 段速时，向控制回路端子 A1 输入主速频率指令，向 A2 或 A3 输入辅助频率指令，如图 7-3 所示。分配了多段速指令 1 的多功能输入端子（出厂设定：端子 S5）为 OFF 时，端子 A1 的主速频率指令变为变频器的频率指令。为 ON 时，端子 A2 或 A3 的辅助频率指令变为变频器的频率指令。

将 A2 端子作为辅助频率指令使用时，将 H3-09（多功能模拟量输入端子 A2 功能选择）设定为 2 [辅助频率指令 1（第 2 段速模拟量输入）]。

将 A3 端子作为辅助频率指令使用时，将 H3-05（多功能模拟量输入端子 A3 功能选择）设定为 2 [辅助频率指令 1（第 2 段速模拟量输入）]。

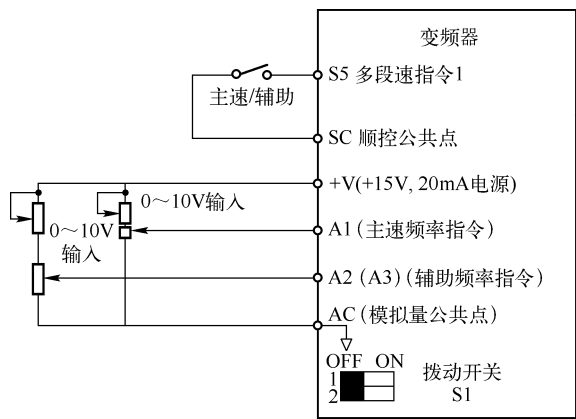


图 7-3 主速/辅助频率指令切换

(3) 通过脉冲序列信号来设定频率指令。

将 b1-01 设定为 4 时，则输入控制回路端子 RP 的脉冲序列输入变为频率指令，如图 7-4 所示。将 H6-01（选择脉冲序列输入功能）设定为 0（频率指令），然后将 H6-02（脉冲序列输入比例）设定为 100%指令的脉冲频率。

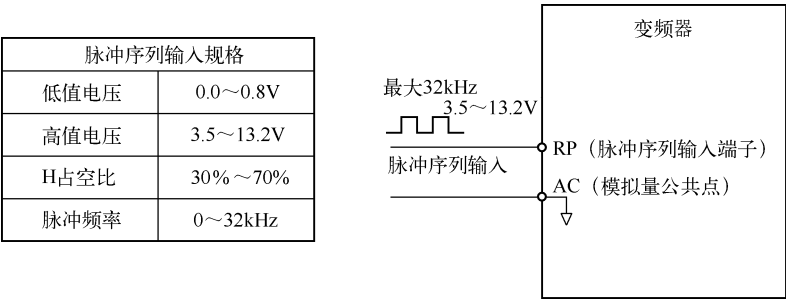


图 7-4 通过脉冲序列信号来设定频率指令

2. 进行多段速运行

3G3RV-ZV1 系列的变频器通过 16 段的频率指令和 1 个点动频率指令，最多可进行 17 段速切换。

在多功能输入端子功能中，通过多段速指令 1~3 及点动频率选择的 4 种功能，进行 9 段速运行的示例如下。

(1) 相关参数。

为切换频率指令，请将功能接点输入端子（S3~S8）中的任一个设定为多段速指令 1~3 及点动频率选择。不使用的端子无需进行设定。

(2) 设定示例。

多功能接点输入（H1-01~H1-06）如表 7-3 所示。

进行表 7-3 设定时的多功能指令及多功能接点输入的组。

设定多段速指令 1~3 及点动频率选择的多功能接点输入端子 S5~S8 的 ON/OFF 的组合不同，所选择的频率指令也不同。组合示例如表 7-4 所示。



表 7-3 多功能接点输入

端 子	参数 NO	设 定 值	内 容
S5	H1-03	3	多段速指令 1 [设定多功能模拟量输入 H3-09=2 (辅助频率指令) 时, 与主速/辅助速度切换兼用]
S6	H1-04	4	多段速指令 2
S7	H1-05	5	多段速指令 3
S8	H1-06	6	点动 (HOG) 频率选择 (优先于多段速指令)

表 7-4 多功能指令及多功能接点输入的组合

级速	端子 S5	端子 S6	端子 S7	端子 S8	所选择的频率
	多段速指令 1	多段速指令 2	多段速指令 3	点运频率选择	
1	OFF	OFF	OFF	OFF	频率指令 1d1-01, 主速频率
2	ON	OFF	OFF	OFF	频率指令 2d1-02, 辅助频率 1
3	OFF	ON	OFF	OFF	频率指令 3d1-03, 辅助频率 2
4	ON	ON	OFF	OFF	频率指令 4d1-04
5	OFF	OFF	ON	ON	频率指令 5d1-05
6	ON	OFF	ON	OFF	频率指令 6d1-06
7	OFF	ON	ON	OFF	频率指令 7d1-07
8	ON	ON	ON	OFF	频率指令 8d1-08
9	—	—	—	ON*	频率指令 9d1-017

\*：端子 S 的点动频率选择优先于多段速指令。

### (3) 设定上的注意事项。

将模拟量输入设定为第 1 段速、第 2 段速、第 3 段速时, 应注意以下事项。

#### 1 段速:

将端子 A1 的模拟量输入设定为第 1 段速时, 将 b1-01 设定为 1; 将 d1-01 (频率指令 1) 设定为第 1 段速时, 将 b1-01 设定为 0。

#### 2 段速:

将端子 A2 (或 A3) 的模拟量输入设定为第 2 段速时, 将 H3-09 (A3 时为 H3-05) 设定为 1 (辅助频率指令 1)。将 d1-02 (频率指令 2) 设定为第 2 段速时, 不要将 H3-09 (A3 时为 H3-05) 设定为 2。

#### 3 段速:

将端子 A3 (或 A2) 的模拟量输入设定为第 3 段速时, 将 H3-05 (A2 时为 H3-09) 设定为 2 (辅助频率指令 2)。将 d1-03 (频率指令 3) 设定为第 3 段速时, 不要将 H3-05 (A2 时为 H3-09) 设定为 3。

### (4) 多段速运行连接实例。

9 段速运行时的控制回路端子连接示例和时序图如图 7-5 和图 7-6 所示。

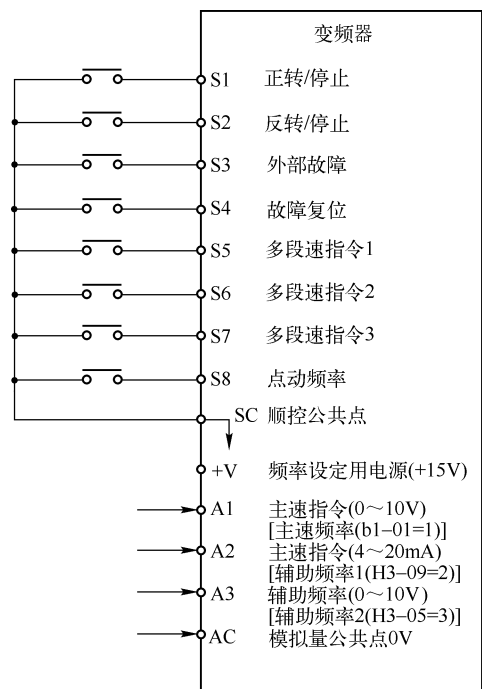


图7-5 9段速运行时的控制回路端子连接示例

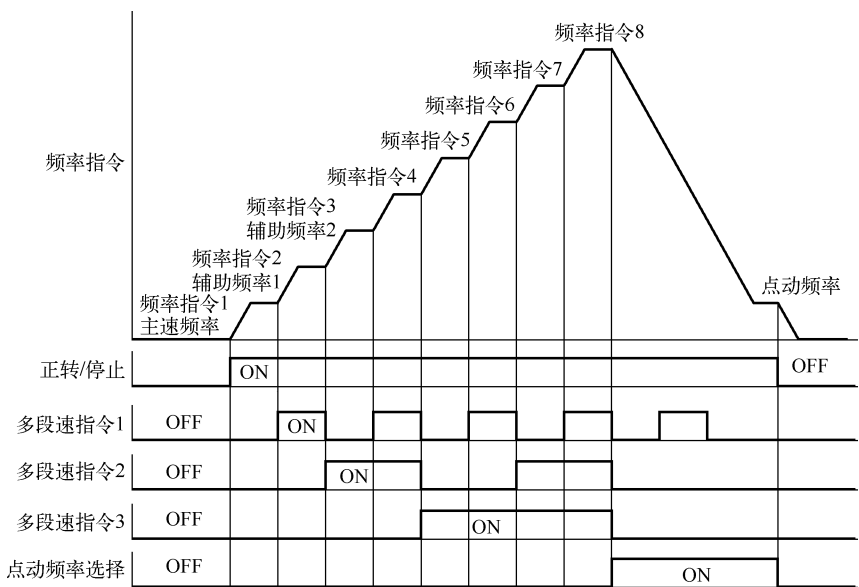


图 7-6 9 段速指令/点动频率选择的时序图

### 7.1.3 欧姆龙 3G3RV 变频器运行指令参数的设定

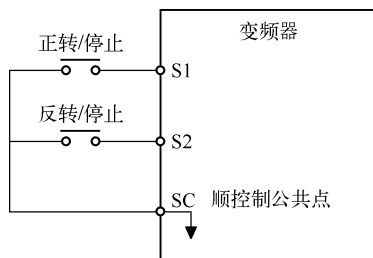
设定参数 b1-02，选择运行指令的输入方法如表 7-5 所示。

表 7-5 运行指令的输入方法

参数 NO	名 称	内 容	设定范围	出厂设定
b1-02	运行指令的选择	设定运行指令的输入方法 0：数字式操作器 1：控制回路端子（顺控输入） 2：MEMOBUS 通信 3：选购卡	0-03	1

将 b1-02 设定为 0，通过数字式操作器的键（RUN、STOP、JOG、FWD/REV）进行变频器的运行操作。

将 b1-02 设定为 1 时，由控制回路端子进行变频器的运行操作。



#### ① 2 线制顺控的运行操作

出厂设定为 2 线制顺控。控制回路端子 S1 ON 时进行正转运行，S1 OFF 时变频器停止。同样，控制回路端子 S2 ON 时进行反转，S2 OFF 时变频器停止，如图 7-7 所示。

#### ② 3 线制顺控的运行操作

将 H1-01~H1-06（多功能接点输入端子 S3~S8）中的任一个设定为 0 时，端子 S1，S2 的功能将变为 3 线制顺控，已设定的多功能输入端子变为正转/反转指令端子。由 A1-03（参数初始化）实行 3 线制顺控的初始化时，多功能输入 3（端子 S5）将自动变为正转/反转指令的输入端子，如图 7-8 所示。

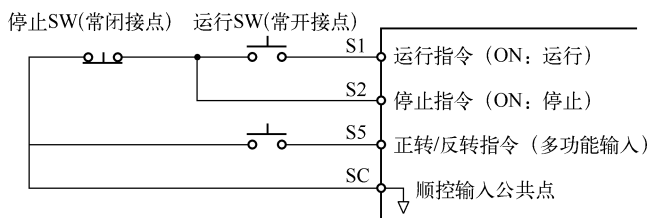


图 7-8 3 线制顺控的接线示例

### 7.1.4 欧姆龙 3G3RV 变频器停止方法的参数设定

指令停止时，变频器的停止方法有以下 4 种：

- 减速停止
- 自由运行停止
- 全域直流制动停止
- 带计时功能的自由运行停止

设定参数 b1-03，选择变频器的停止方法。但当为带 PG 的矢量控制时，不能选择全域直流制动及带定时的自由运行停止，如表 7-6 所示。

表 7-6 停止方法选择

参数 NO	名 称	内 容	设定范围	出厂设定
b1-03	停止方法选择	设定指令了停止时的停止方法 0: 减速停止 1: 自由运行停止 2: 全域直流制动 (DB) 停止 (不进行再生动作, 比自由运行的停止速度还快) 3: 带计时功能的自由运行停止 (忽视减速时间内输入的运行指令)	0~3	1

## (1) 减速停止。

将 b1-03 设定为 0 时, 电动机按选择的减速时间 [出厂时设定: C1-02 (减速时间 1)] 减速停止。减速停止时的输出频率如果小于 b2-01, 仅以 b2-04 中设定的时间通过 b2-02 中设定的直流电流进行直流制动, 如图 7-9 所示。

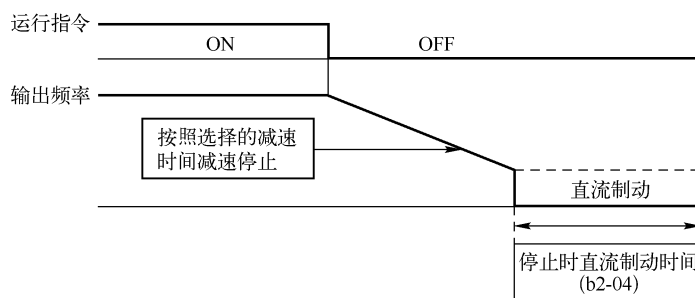


图 7-9 减速停止

## (2) 自由运行停止。

将 b1-03 设定为 1 时, 在输入停止指令 (运行指令 OFF) 的同时, 变频器输出电压被切断。电动机按与包含负载在内的惯性和机械磨损相符的减速率自由运行停止, 如图 7-10 所示。

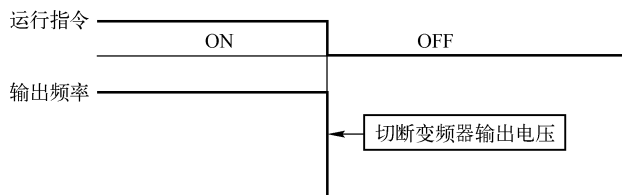


图 7-10 自由运行停止

## (3) 全域直流制动停止。

将 b1-03 设定为 2, 则停止指令被输入 (运行指令 OFF), 经过了 L2-03 [最小基极封锁 (BB) 时间] 的时间后, b2-02 的直流制动电流流入电动机, 进行直流制动后停止。直流制动时间由停止指令被输入时的输出频率和 b2-04 的设定值来决定。

## (4) 紧急停止。

将 H1-01~H1-06 (多功能输入端子 S3~S8 中的任一个) 设定为 15 或 17 (紧急停

止)时,则按 C1-09 设定的减速时间减速停止。紧急停止时间如表 7-7 所示,向常开接点输入紧急停止时,将 H1-01~H1-06(多功能输入端子 S3~S8 中的任一个)设定为 15,向常闭接点输入紧急停止时设定为 17。

表 7-7 紧急停止时间

参数 NO	名 称	内 容	设定范围	出厂设定
C1-09	紧急停止时间	多功能输入“紧急停止”为 ON 时的减速时间 也可在选择“紧急停止”作为故障检出时的停止方法时使用	0.0~06000.0 *	10.0s

输入紧急停止指令后到停止为止,变频器不会再运行。要解除紧急停止,先将运行指令与紧急停止指令 OFF。

### 7.1.5 欧姆龙 3G3RV 变频器加减速参数设定

#### 1. 设定加减速时间

加速时间是指输出频率从 0% 增加到 100% 所用的时间。减速时间是指输出频率从 100% 开始减到 0% 所用的时间。加速时间的出厂设定为 C1-01,减速时间为 C1-02,如表 7-8 所示。

表 7-8 加减速时间设定

参数 NO	名 称	内 容	设定范围	出厂设定
C1-01	加速时间 1	以秒为单位设定最高输出频率从 0% 变为 100% 的加速时间	0.0~6000.0	10.0s
C1-02	减速时间 1	以秒为单位设定最高输出频率从 100% 变为 0% 的减速时间		
C1-03	加速时间 2	多功能输入“加减速时间选择 1”为 ON 时的加速时间		
C1-04	减速时间 2	多功能输入“加减速时间选择 1”为 ON 时的减速时间		
C1-05	加速时间 3	多功能输入“加减速时间选择 2”为 ON 时的加速时间		
C1-06	减速时间 3	多功能输入“加减速时间选择 2”为 ON 时的减速时间		
C1-07	加速时间 4	多功能输入“加减速时间选择 1”及“加减速时间选择 2”为 ON 时的加速时间		
C1-08	减速时间 4	多功能输入“加减速时间选择 1”及“加减速时间选择 2”为 ON 时的加速时间		
C1-010	加减速时间的单位	0: 0.01 秒单位 1: 0.1 秒单位	0, 1	1
C1-011	加减速时间的切换频率	设定自动切换加减速时间的频率。 低于设定频率: 加减速时间 4 设定频率以上: 加减速时间 1 多功能输入“加减速时间选择 1”及“加减速时间选择 2”设定时优先	0.0~300.0	0.0Hz

#### 2. 防止加速中的电动机失速(加速中防止失速功能)

加速中防止失速功能是指在电动机负载过大或突然加速中,防止电动机失速的功能。

其参数如表 7-9 所示。

表 7-9 防止加速中的电动机失速设定

参数 NO	名 称	内 容	设定范围	出厂设定
L3-01	加速中防止失速功能选择	0: 无效 (按设定加速, 负载过大时, 会发生失速) 1: 有效 (超过 L3-02 的值时, 则停止加速, 电流值恢复后再进行加速) 2: 最佳调整 (以 L3-02 的值为基准调节加速, 忽视加速时间的设定)	0~2	1
L3-02	加速中防止失速值	将 L3-01 设定为 1、2 时有效, 以变频器额定输出电流为 100%, 以 % 为单位设定 通常无需更改设定, 如果使用出厂预定值时发生了失速, 则请降低设定值	0~200	150%

将 L3-01 设定为 1 (有效) 时, 变频器输出电流超出 L3-02 的 15% 时, 开始控制加速率, 超过 L3-02 时则停止加速。

将 L3-02 设定为 2 (最佳调整) 时, 电动机电流以 L3-02 为基准进行加速。此时加速时间的设定将被忽视。

### 3. 防止减速中的过电压(减速中防止失速功能)

减速中防止失速功能是指在电动机减速中, 当直流母线电压超出设定值时, 降低减速率, 抑制直流母线电压上升的功能。使用该功能后, 即使将减速时间设定得较短, 电动机也会根据母线电压自动延长减速时间。

将 L3-04 设定为 1 或 2 时, 主回路直流电压接近减速中防止失速值时, 将停止减速, 下降至该值以下后再开始减速。根据该动作, 可自动延长减速时间。设定为 1 时, 将返回到设定的减速时间, 设定为 2 时, 在减速中防止失速值的范围内自动调整为更快的减速时间。减速中防止失速功能的选择如表 7-10 所示。

表 7-10 减速中防止失速功能选择

参数 NO	名 称	内 容	设定范围	出厂设定
L3-04	减速中防止失速功能选择	0: 无效 [按设定减速, 减速时间过短, 则主回路有发生过电压 (OV) 的危险] 1: 有效 (主回路电压达到过电压值时, 停止减速, 电压恢复后再减速) 2: 最佳调整 (根据主回路电压判断用最短时间减速, 忽视减速时间的设定) 3: 有效 (带制动电阻), 使用制动选购件 (制动电阻器、制动电阻器单元、制动单元) 时, 务必设定为“0”或“3”	0~3	1

### 4. 发生过电压状态时自动抑制再生侧转矩极限 (过电压抑制功能)

过电压抑制功能是指针对主回路电压值, 减小再生侧转矩极限值的设定值, 抑制再生转矩引起电压上升的功能。其参数设置如表 7-11 所示, 使用该功能后, 如果在减速中发生主回路电压上升, 通过控制再生侧的转矩极限值可以自动减缓减速率, 抑制主回路电压的上升。

表 7-11 过电压抑制功能参数设定

参数 NO	名 称	内 容	设定范围	出厂设定
L3-011	过电压抑制功能选择	0: 无效 1: 有效 根据主回路电压值, 通过控制再生侧转矩极限值, 设定抑制 OV (主回路过电压) 功能的有效与无效。 如果该功能为有效, 当主回路电压上升时, 再生侧转矩极限值在设定值以下发生动作	0, 1	0
L3-012	过电压抑制电压值	设定将再生侧转矩极限值限制为 0 的主回路电压值。通常无需更改。 即使过电压抑制功能有效, 发生 OV (主回路过电压) 时, 请设定较小值	350~390	380V

该功能在因突然加速时过冲回调等引起的过电压 (OV) 的解决措施中也很有效, 但与减速中失速防止功能不同。同时, 该功能在矢量控制时也很有效。

## 7.2 欧姆龙 3G3RV 高性能矢量变频器的保护功能

### 7.2.1 欧姆龙 3G3RV 变频器的机械保护功能

通过变频器内置的电子热敏继电器, 保护电动机以免过载, 参数设定如表 7-12 所示。

表 7-12 电动机保护设置

参数 NO	名 称	内 容	设定范围	出厂设定
E2-01	电动机额定电流	以 A 为单位设定电动机额定电流; 该设定值为电动机保护、转矩限制、转矩控制的基准值; 自学习时自动设定	0.32~6.40	1.90A
E4-01	电动机 2 的额定电流	以 A 为单位设定电动机额定电流; 该设定值为电动机保护、转矩限制、转矩控制的基准值; 自学习时自动设定	0.32~6.40	1.90A
L1-01	电动机保护功能选择	设定通过电子热敏继电器的电动机过载保护功能的有效/无效: 0: 无效 1: 通用电动机的保护 2: 变频器专用电动机的保护 3: 矢量专用电动机的保护 在电源频繁开闭的应用上, 当电源 OFF 时, 由于热敏继电器的值被复位, 因此即使设定值为 1, 也可能得不到保护; 当 1 台变频器连接多台电动机时, 请设定为 0, 并在各电动机上设置热敏继电器	0~3	1
L1-02	电动机保护动作时间	以分为单位设定电子热敏元件的检测时间; 通常无需设定; 出厂设定为 150%, 1 分钟的耐量; 如果明确知道电动机的地载耐量, 则设定与电动机匹配的热启动时的过载耐量保护时间	0.1~5.0	1.0min

#### 1. 电动机额定电流的设定

在 E2-01 (电动机 1) 及 E4-01 (电动机 2) 中设定电动机铭牌上的额定电流值。这些设定值是电子热敏器的基准电流。

## 2. 电动机过载保护特性的设定

根据所使用的电动机类型，通过 L1-01 来设定过载保护功能。

感应电动机的冷却能力因速度控制范围而异。因此，有必要根据适用电动机的容许负载特性选择电子热敏器的保护特性。

各电动机的规格和容许负载特性如表 7-13 所示。

表 7-13 电动机的规格和容许负载特性

L1-01 设定值	电动机类型	容许负载特性	冷却能力	电子热敏器 的动作（100% 电动机负载时）
1	通用电动机 (标准电动机)		<p>商用电源运行 的电动机。 用 50/60Hz 运行时最具冷 却效果的电动 机构造</p>	<p>在 50/60Hz 以下进行连续 运行时，检出 电动机过载保 护（OL1）变频 器输出故障接 点，电动机自 由运行停止</p>
2	变频器专用 电动机 (恒定转矩) (1 : 10)		<p>即使在低速 (约 6Hz) 运行 也具有冷却效 果的电动机 构造</p>	<p>以 6 ~ 50/ 60Hz 进行连续 运行</p>
3	矢量 专用电动机 (1 : 100)		<p>即使在超低 速范围(约 0.6Hz)运行 也具有冷却效 果的电动机 构造</p>	<p>以 0.6 ~ 60Hz 进行连续运行</p>



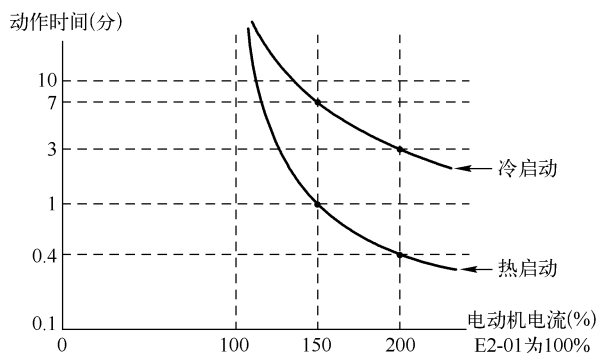


图 7-11 电动机保护动作时间

将电动机加热时的动作设定为 L1-03 及 L1-04。将电动机温度输入滤波时间参数设定为 L1-05。发生电动机过热时，在数字式操作器上显示 OH3、OH4 的故障代码，如表 7-14 所示。

表 7-14 电动机过热时故障代码

故障代码	内 容
OH3	按照 L1-03 的设定，变频器继续保护停止状态或运行
OH4	按照 L1-04 的设定，变频器将停止

### 5. 限制电动机的旋转方向

如果设定了电动机的反转禁止，即使输入反转指令，该指令也不会被接受。它用于不宜反转的电动机（风扇、泵等），相关参数如表 7-15 所示。

表 7-15 限制电动机的旋转方向

参数 NO	名称	内容	设定范围	出厂设定	运行中的变更 <sup>1</sup>	控制模式 <sup>2</sup>				MEMOBUS 寄存器 <sup>3</sup>
						不带 PG 的 V/F	带 PG 的 V/F	不带 PG 的矢量	带 PG 的矢量	
b1-04 4	禁止反转选择	0: 可反转 1: 禁止反转	0.1	0	X	A	A	A	A	183H

注释：1. 运行中的变更：表示显示在变频器运行中时能否变更参数。

O——运行中也可变更；

X——运行中不能变更。

2. 控制模式：表示在哪种模式可以设定/查看。

Q——可以在简易程序模式及高级程序模式中设定/查看的项目；

A——可以在高级程序模式中设定/查看的项目；

X——不能在此控制模式中设定/查看的项目。

3. MEMOBUS 寄存器，表示进行 MEMOBUS 通信时使用的寄存器的编号。

## 7.2.2 欧姆龙 3G3RV 变频器的保护功能

### 1. 安装型制动电阻器的过热保护

检出安装型制动电阻器（型号：ERF-0150WJ）过热时，数字操作器显示报警 RH（安装型制动电阻器过热），电动机自动运行停止。安装型的制动电阻器参数设置如表 7-16 所示。

表 7-16 安装型的制动电阻器参数设置

参数 NO	名 称	内 容	设定范围	出厂设定
L8-01	安装型制动电阻器的保护 (ERF 型)	0: 有效 (无过热保护) 1: 有效 (有过热保护)	0, 1	0

## 2. 降低变频器过热预警值

使用热敏电阻检测变频器散热片的温度，防止变频器过热。可以以 10℃ 为单位预告变频器过热警报。

过热预警有作为故障保护使变频器停止工作的方法，及继续运行时使数字式操作器的警报 OH（散热片过热）闪烁的方法。变频器过热预警参数如表 7-17 所示。

表 7-17 变频器过热预警参数

参数 NO	名 称	内 容	设定范围	出厂设定
L8-02	变频器过热 (OH) 预警检出值	以℃为单位设定变频器过热 (OH) 预警功能检出温度；散热片温度达到设定值的时候，检出 OH 预警	50~130	95℃
L8-03	变频器过热 (OH) 预警动作选择	设定变频器过热 (OH) 预警检出时的动作。 0: 减速停止 (按 C1-02 的减速时间停止) 1: 自由运行停止 2: 紧急停止 (按 C1-09 的减速时间停止) 3: 继续运行 (仅为监视显示) 0-02 为故障检出, 3 为警告 (为故障检出时, 故障接点动作)	0~3	3

## 7.3 高性能矢量变频器的辅助功能

### 7.3.1 欧姆龙 3G3RV 变频器的输入端子功能

#### 1. 暂时切换操作器和控制回路端子进行运行

将变频器的运行指令输入及频率指令输入，切换为本地（数字式操作器）及远程（通过 b1-01 和 b1-02 选择的输入方法），参数设置如表 7-18 所示。

表 7-18 频率和运行指令的选择

参数 NO	名 称	内 容	设定范围	出厂设定
b1-01	频率指令的选择	设定频率指令的输入方法： 0: 数字式操作器 1: 控制回路端子（模拟量输入） 2: MEMOBUS 通信 3: 选购卡 4: 脉冲序列输入	0~4	1
b1-002	运行指令的选择	设定运行指令的输入方法 0: 数字式操作器 1: 控制回路端子（顺控输入） 2: MEMOBUS 通信 3: 选购卡	0~3	1

在 H1-01~H1-06（多功能接点输入端子 S3~S8 的功能选择）上设定 1（本地/远程选择）时，能通过端子的 ON/OFF 动作，切换本地/远程。

将控制回路端子设定为远程时，将 b1-01 和 b1-02 设定为 1（控制回路端子）。

## 2. 切断变频器输出(基极封锁指令)

在 H1-01~H1-06（多功能接点输入端子 S3~S8 的功能选择）上设定 8 或 9（基极封锁指令 NO/NC）时，根据端子的 ON/OFF 动作执行基极封锁指令，通过基极封锁指令切断变频器输出，参数如表 7-19 所示。在这种情况下，电动机将进入自由运行状态。

表 7-19 多功能接点输入 H1-01~H1-06 参数

设定值	功能
8	基极封锁指令 NO（常开接点：ON 时基极封锁）
9	基极封锁指令 NC（常闭接点：OFF 时基极封锁）

如果撤销基极封锁指令，则从基极封锁指令输入前的频率指令开始，通过速度搜索重新开始运行。

## 3. 使加减速停止(保持加减速停止)

保持加减速停止指令能使加减速停止，保持此时的输出频率而继续运行的功能。

将 H1-01~H1-06（多功能接点输入端子 S3~S8 的功能选择）设定为保持加减速停止时，端子通过 ON 停止加减速，并保持此时的输出频率。端子 OFF 时重新开始加减速。

将 d4-01 设定为 1 时，输入了保持加减速停止指令时的输出频率在电源 OFF 后也能被保存，如表 7-20 所示。

表 7-20 频率指令保持功能选择

参数 NO	名称	内容	设定范围	出厂设定
d4-01	频率指令 操作功能选择	设定是否保存保持时的频率指令。 0：无效（停止运行，电源接通后再启动时为零启动） 1：有效（停止运行，电源接通后再启动时，按前一次已保持的频率运行） 在多功能输入时设定了“保持加减速停止”或“UP”指令、“DOWN”指令时有效	0, 1	0

## 4. 由接点信号使频率指令上升或下降(UP /DOWN)

UP/DOWN 指令为通过多功能接点输入端子 S3~S8 的 ON/OFF 动作，上调或下调变频器的频率指令的功能。

使用该功能时，在 H1-01~H1-06（多功能接点输入端子的 S3~S8 功能选择）设定 10（UP 指令）和 11（DOWN 指令）。必须将 UP 指令和 DOWN 指令配对使用，对两个端子进行分配。

输出频率追随加减速时间。设定时务必将 b1-02（运行指令的选择）设定为 1（控制回路端子）。频率指令上限和下限参数的设置如表 7-21 所示。

表 7-21 频率指令上限和下限参数的设置

参数 NO	名称	内容	设定范围	出厂设定
d2-01	频率 指令上限值	以最高输出频率为 100%，以 % 单位设定输出频率指令的上限值	0.0~110.0	100.0%

续表

参数 NO	名 称	内 容	设定范围	出厂设定
d2-02	频率指令下限值	以最高输出频率为 100%，以 % 单位设定输出频率指令的下限值	0.0~110.0	0.0%
d2-03	主带指令下限值	以最高输出频率为 100%，以 % 单位设定主速频率指令的下限值	0.0~110.0	0.0%

5. 连接示例和时序图

在多功能接点输入端子 S3 上分配 UP 指令，在 S4 上分配 DOWN 指令时的设定举例和时序图如表 7-22 和图 7-12 所示。

表 7-22 端子 S3 和 S4 的功能选择

参 数	名 称	设 定 值
H1-01	端子 S3 的功能选择	10
H1-02	端子 S4 的功能选择	11

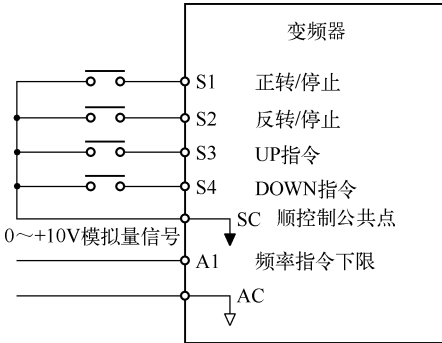


图 7-12 分配 UP/DOWN 指令时的连接举例

6. 在模拟量指令上加/减一定的频率(±速度)

±速度功能为通过 2 个接点信号的输入，在模拟量频率指令上加上或减去设定于 d4-02 (±速度极限) 的频率的功能。

使用该功能时，对 H1-01~H1-06 (多功能接点输入端子的 S3~S8 的功能选择) 设定 1C (+速度指令) 和 1D (-速度指令)。必须将 +速度指令和 -速度指令配对使用，对两个端子进行分配，参数如表 7-23 所示。

表 7-23 ±速度参数设置

参数 NO	名称	内容	设定范围	出厂设定	运行中的变更	控制模式				MEMOBUS 寄存器
						不带 PG 的 V/F	带 PG 的 V/F	不带 PG 的矢量	带 PG 的矢量	
d1-04	+, -速度极限	以最高输出频率为 100%，以 % 为单位设定对模拟量频率指令进行加减运算的频率。 在多功能输入中已设定了“+速度指令”或“-速度指令”时有效	0~100	10%	X	A	A	A	A	299H

由±速度指令的 ON/OFF 动作而设定的频率指令如表 7-24 所示。

表 7-24 由±速度指令的 ON/OFF 动作而设定的频率指令

频率指令	设定频率指令 +d1-04	设定频率指令 -d1-04	设定频率指令	
+速度指令端子	ON	OFF	ON	OFF
-速度指令端子	OFF	ON	ON	OFF

## 7. 无正转/反转指令而使点动频率运行(FJOG/RJOG)

FJOG/RJOG 指令是通过端子的 ON/OFF 动作，以点动频率使变频器运行的功能。如使用 FJOG/RJOG 指令，无须输入运行指令。

使用该功能时，将 H1-01~H1-06（多功能接点输入端子 S3~S8 的功能选择）设定为 12（FJOG 指令）或 13（RJOG 指令）。参数设置如表 7-25 所示。

表 7-25 点动频率使变频器运行的功能参数

参数 NO.	名称	内 容	设定范围	出厂设定	运行中的变更	控制模式				MEMOBUS 寄存器
						不带 PG 的 V/F	带 PG 的 V/F	不带 PG 的矢量	带 PG 的矢量	
d1-17	点动频率指令	多功能输入“点动频率选择”、“FJOG 指令”、“RJOG 指令”为 ON 时的频率指令	0.00~0.300*1*2	6.00Hz	O	Q	Q	Q	Q	292H

注：显示单位可通过 0.1~0.3（频率指令的显示/设定单位）进行设定，0.1~0.3 的出厂定为 0（0.01Hz 单位）

\* 1 E1-04 的上限值不同，设定值上限也不同；

\* 2 将 C6-01 设定为 1 时，设定上限为 400.00。

多功能接点输入（H1-01~H1-06）如表 7-26 所示。

表 7-26 多功能接点输入

设定值	功 能	控制模式			
		不带 PG 的 V/F	带 PG 的 V/F	不带 PG 的矢量	带 PG 的矢量
12	FJOG 指令（ON；以点动频率 d1-17 进行正转运行）	O	O	O	O
13	FJOG 指令（ON；以点动频率 d1-17 进行反转运行）	O	O	O	O

## 8. 将外围机器的故障通知变频器，停止变频器的运行(外部故障功能)

外部故障功能在变频器外围机器发生故障时，会使故障接点输出动作并停止变频器运行。此时，数字操作器将显示 EF<sub>x</sub>“外部故障（输入端子 S<sub>x</sub>）”。EF<sub>x</sub> 中的 x 表示输入外部故障信号的端子编号。例如，如果为端子 S3 输入了外部故障信号，将显示 EF3。

使用外部故障功能时，对 H1-01~H1-06（多功能接点输入端子 S3~S8 的功能选择）设定 20~2F 的值。

从以下三种条件的组合中，选择要设定到 H1-01~H1-06 中的数值。

- 来自外围机器的信号输入方式
- 外部故障的检出方法

● 外部故障检出时的动作

各条件组合与 H1-□□设定值的关系如表 7-27 所示。

表 7-27 外部故障功能各条件组合与 H1-□□设定值的关系

设定值	输入方式 <sup>1</sup>		故障检出方式 <sup>2</sup>		故障检出时的动作			
	常开接点	常闭接点	常时检出	运行时检出	减速停止 (故障)	自由运行停止 (故障)	紧急停止 (故障)	继续运行 (警告)
20	O		O		O			
21		O	O		O			
22	O			O	O			
23		O		O	O			
24	O		O			O		
25		O	O			O		
26	O			O		O		
27		O		O		O		
28	O		O				O	
29		O	O				O	
2A	O			O			O	
2B		O		O			O	
2C	O		O					O
2D		O	O					O
2E	O			O				O
2F		O		O				O

注：1. 对输入方式设定是通过信号 ON 还是信号 OFF 来检出故障（常开接点：ON 表示外部故障；常闭接点：OFF 表示外部故障）；

2. 设定用常时或运行中来检出故障的检出方式（常时检出：普通频器通电时检出，运行检：仅在变频器运行时检出）。

7.3.2 欧姆龙 3G3RV 变频器的输出端子功能

下面对通过切换 H2-01～H2-03（多功能接点输出端子 M1-M2、P1-PC、P2-PC 的功能选择）的设定值，来设定输出方法的输出端子功能进行说明。多功能接点输出 H2 的设定及功能相关参数如表 7-28 和表 7-29 所示。

表 7-28 多功能接点的功能选择

参数 NO	名称	内容	设定范围	出厂设定	运行中的变更	控制模式				MEM-OBUS 寄存器	参考 页码
						不带 PG 的 V/F	带 PG 的 V/F	不带 PG 的矢量	带 PG 的矢量		
H2-01	端子 M1- M2 的功能选择（接点）	多功能接点输出	0-3D	0	X	A	A	A	A	40BH	—
H2-02	端子 P1 的功能选择（开路集电极）	多功能接点输出 1	0-3D	1	X	A	A	A	A	40CH	—

续表

参数 NO	名称	内容	设定范围	出厂设定	运行中的变更	控制模式				MEM-OBUS寄存器	参考页码
						不带 PG 的 V/F	带 PG 的 V/F	不带 PG 的矢量	带 PG 的矢量		
H2-03	端子 P2 的功能选择（开路集电极）	多功能接点输出 2	0-3D	2	X	A	A	A	A	40DH	—

表 7-29 多功能接点输出功能表

设定值	功 能	控制模式			
		不带 PG 的 V/F	带 PG 的 V/F	不带 PG 的矢量	带 PG 的矢量
0	运行中（ON：运行指令 ON 或电压输出时）	O	O	O	O
1	零速	O	O	O	O
2	频率（速度）一致 1（L4-02）	O	O	O	O
3	任意频率（速度）一致 1（ON 输出频率 = $\pm$ L4-01，使用 L4-02 且频率一致）	O	O	O	O
4	频率（FOUT）检出 1（ON： $+L4-01 \geq -L4-01$ ，使用 $\geq L4-02$ ）	O	O	O	O
5	频率（FOUT）检出 2（ON： $+L4-01 \geq -L4-01$ ，使用 $\geq L4-02$ ）	O	O	O	O
6	变频器运行准备就绪（READY） 准备就绪：初期处理结束，无故障的状态	O	O	O	O
7	主回路低电压（UV）检出中	O	O	O	O
8	基极封锁中（ON：基极封锁中）	O	O	O	O
9	频率指令选择状态（ON：操作器）	O	O	O	O
A	运行指令状态（ON：操作器）	O	O	O	O
B	过转矩/转矩不足检出 1NO（常开接点：ON 时过转矩检出/转矩不足检出）	O	O	O	O
C	频率指令丧失中（当 L4-05 设置为 1 时有效）	O	O	O	O
D	安装型制动电阻不良（ON：电阻过热或制动晶体管故障）	O	O	O	O
E	故障 [ON：数字式操作器发生了通信故障（CPF00，CPF1）以外的故障]	O	O	O	O
F	未使用（请在不使用端子时设定）	O	O	O	O
10	轻微故障（ON：显示警告时）	O	O	O	O
11	故障复位中	O	O	O	O
12	定时功能输出	O	O	O	O
13	频率（速度）一致 2（使用 L4-04）	O	O	O	O
14	任意频率（速度）一致 2（ON：输出频率 L4-03，使用 L4-04 且频率一致）	O	O	O	O
15	频率（FOUT）检出 3（ON：输出频率 $\leq L4-03$ ，使用 L4-04）	O	O	O	O
16	频率（FOUT）检出 4（ON：输出频率 $\geq L4-03$ ，使用 L4-04）	O	O	O	O

续表

设定值	功 能	控 制 模 式			
		不带 PG 的 V/F	带 PG 的 V/F	不带 PG 的矢量	带 PG 的矢量
17	过转矩/转矩不足 1NC（常闭接点：OFF 时过转矩检出/转矩不足检出）	O	O	O	O
18	过转矩/转矩不足 2NO（常闭接点：ON 时过转矩检出/转矩不足检出）	O	O	O	O
19	过转矩/转矩不足 2NC（常闭接点：OFF 时过转矩检出/转矩不足检出）	O	O	O	O
1A	反转中（ON：反转中）	O	O	O	O
1B	基极封锁 2（OFF，基极封锁中）	O	O	O	O
1C	电动机选择（电动机 2 选择中）	O	O	O	O
1D	再生动作中（ON：再生动作中）	X	X	X	O
1E	故障重试中（ON：故障重试中）	O	O	O	O
1F	电动机过载 OL1（含量 OH3）预警（ON：检出值的 905 以上）	O	O	O	O
20	变频器过热 OH 预警（ON：温度在 L8-02 以上）	O	O	O	O
30	转矩极限（电流限制）中（ON：转矩极限中）	X	X	O	O
31	速度极限中（ON：速度极限中）	X	X	X	O
32	速度控制回路运作中（转矩控制用），但停止时除外 转矩控制选择时，限制来自外部的转矩指令（内部转矩指令<外部转矩指令） 电动机速度以速度极限值旋转时输出	X	X	X	O
33	零伺服结束（ON：零伺服结束）	X	X	X	O
37	运行中 2（ON 频率输出时：OFF，基极封锁，直流制动、初始励磁、运行停止）	O	O	O	O
3D	内部冷却风扇故障检出中	O	O	O	O

7.3.3 欧姆龙 3G3RV 变频器的监视功能

1. 使用模拟量监视

以下对模拟量监视进行说明。模拟量监视功能数据如表 7-30 所示。

表 7-30 模拟量监视功能数据

参数 NO	名 称	内 容	设定 范围	出厂 设定	运行 中的 变更	控 制 模 式				MEM- OBUS 寄存器
						不带 PG 的 V/F	带 PG 的 V/F	不带 PG 的 矢量	带 PG 的矢量	
H4-01	多功能模 拟量输出 1 端子 FM 监 视选择	设定需从多功能模拟量输出 1（端子 FM）输出的监视项目的编号（U1-□□的□□部分的值） 可设定的项目根据控制模式面异。4、10～14、25、28～31、34、35、39～43 不能设定	1～99	2	X	A	A	A	A	41DH



续表

参数 NO	名称	内容	设定范围	出厂设定	运行中的变更	控制模式				MEM-OBUS寄存器
						不带 PG 的 V/F	带 PG 的 V/F	不带 PG 的矢量	带 PG 的矢量	
H4-02	多功能模拟量输出 1 端子 FM 输出增益	设定多功能模拟量输出 1 的电压增益； 设定监视项目 100% 的输出是 10V 的几倍； 但从端子输出的电压最高为 10V； 有电压表调整功能	0.00~2.50	1.00	O	Q	Q	Q	Q	41EH
H4-03	多功能模拟量输出 1 端子 FM 偏置	设定多功能模拟量输出 1 的电压偏置； 以 10V 作为 100%，以 % 为单位设定使输出特性上下平行移动的量； 但从端子输出的电压最高为 10V； 有电压表调整功能	-10.0~+10.0	0.0%	O	A	A	A	A	41FH
H4-04	多功能模拟量输出 2 端子监视	设定想要从多功能模拟量输出 2（端子 AM）输出的监视项目的编号（U1-□□的□□部分的值）； 可设定的项目根据控制模式而异。4、10~14、25、38~31、34、35、38~43 不能设定	1~99	3	X	A	A	A	A	42OH
H4-05	多功能模拟量输出 2 端子增益	设定多功能模拟量输出 2 的电压增益； 设定监视项目的 100% 的输出是 10V 的几倍； 但从端子输出的电压最高为 10V； 有电压表调整功能	0.00~2.50	0.50	O	Q	Q	Q	Q	42IH
H4-06	多功能模拟量输出 2 端子偏置	设定多功能模拟量输出 2 的电压偏置； 以 10V 作为 100%，以 % 为单位设定使输出特性上下平行移动的量； 但从端子输出的电压最高为 10V； 有电压表调整功能	-10.0~+10.0	0.0%	O	A	A	A	A	422H
H4-07	多功能模拟量输出 1 信号选择	设定多功能模拟量输出 1（端子 FM）的信号电平 0：0——+10V 输出 1：0——+10V 输出	0.1	0	X	A	A	A	A	423H

续表

参数 NO	名称	内容	设定范围	出厂设定	运行中的变更	控制模式				MEM-OBUS 寄存器
						不带 PG 的 V/F	带 PG 的 V/F	不带 PG 的矢量	带 PG 的矢量	
F4-01	CH1 输出监视选择	使用模拟量监视卡时有效。 监视选择： 设定想输出的监视项目的编号（U1-□□的□□部分的数值）； 可设定的项目根据控制模式而异	1~99	2	X	A	A	A	A	391H
F4-02	CH1 输出监视增益	设定监视项目的 100% 的输出是 10V 的几倍 4、10~14、25、28、31、34、35、39、40、42 不能设定，另外，29~31 为未使用	0.00~2.50	1.00	O	A	A	A	A	392H
F4-03	CH2 输出监视选择	使用模拟量监视卡 A0-12 时，可输出 0~+10V，这时，请选定参数 F4-07、08 为 1	1~99	3	X	A	A	A	A	393H
F4-04	CH2 输出监视增益	使用模拟量监视卡 A0-OS 时，只能输出 0~+10V，与 F4-07、OS 的设定无关。 有电压表调整功能	0.00~25.0	0.50	O	A	A	A	A	394H
F4-05	CH1 输出监视偏置	使用模拟量监视卡时，用 100%/10V 设定 CH1 项目的偏置	-10.0~+10.0	0.0%	O	A	A	A	A	395H
F4-06	CH2 输出监视偏置	使用模拟量监视卡时，用 100%/10V 设定 CH2 项目的偏置	-10.0~+10.0	0.0%	O	A	A	A	A	396H
H4-07	模拟量输出的信号电平 CH1	0：0~10V 1：-10~+10V	0.1	O	X	A	A	A	A	394H
F4-08	模拟量输出的信号电平 CH2	0：0~10V 1：-10~+10V	0.1	O	X	A	A	A	A	395H

(1) 选择模拟量监视项目。

数字式操作器的监视项目 [U1-□□（状态监视）] 为来自多功能模拟量输出端子 FM-AC、AM-AC 的输出。设定 U1-□□（状态监视）的□□部分的值。另外，监视项目 [U1-□□（状态监视）] 能从模拟量监视卡 AO-08、AO-12 的模拟量输出选购件端子 CH1、CH2 上输出。

## (2) 调整模拟量监视。

多功能模拟量输出端子 FM-AC、AM-AC 的输出电压通过 H4-02、H4-03、H4-05、H4-06 的增益、偏置进行调整。另外，模拟量输出选购卡 AO-08、AO-12 的输出通道 1、2 的输出电压，由 F4-02、F4-05、F4-04、F4-06 的增益、偏置进行调整。

## (3) 电压表的调整。

变频器停止时，可以对端子 FM-AC、AM-AC 及 AO 选购卡的输出通道 1、2 进行调整。例如，当端子为 FM-AC 时，使用 H4-02 或 H4-03 调整。按 ENTER 键，显示数据设定画面，在端子 FM-AC 输出下面的电压  $[(10\text{V}/100\% \text{ 监视输出}) \times \text{输出增益 (H4-02)} + \text{输出偏置 (H4-03)}]$ 。

AO 选购卡的输出通道为 1 时，用 F4-02 或 F4-05 进行调整。按 ENTER 键，显示数据设定画面在输出通道 1 上输出下面的电压  $[(10\text{V}/100\% \text{ 监视输出}) \times \text{输出增益 (H4-02)} + \text{输出偏置 (H4-05)}]$ 。

## 2. 使用脉冲序列监视

下面对脉冲序列监视进行说明，相关参数如表 7-31 所示。

表 7-31 脉冲序列监视相关参数

参数 NO	名 称	内 容	设定范围	出厂设定	运行中的变更	控制模式				MEM-OBUS 寄存器
						不带 PG 的 V/F	带 PG 的 V/F	不带 PG 的矢量	带 PG 的矢量	
H6-06	脉冲序列监视选择	选择脉冲序列监视的输出项目 (U1-□□的□□部分的数值)； 监视项目有与速度相关的和与 PID 相关的二个项目	仅 1、2、5、20、24、36	2	O	A	A	A	A	431H
H6-07	脉冲序列比例	以 Hz 为单位设定 100% 速度时的输出脉冲数； 设定 H6-06 = 2、H6-07 = 2 时，脉冲序列监视将与输出频率同步输出	0-32000	1440Hz	O	A	A	A	A	432H

## (1) 选择脉冲序列监视项目。

从脉冲序列监视端子 MP-AC 处输出数字式操作器的监视项目  $[U1-\square\square \text{ (状态监视)}]$ 。设定  $U1-\square\square \text{ (状态监视)}$  的  $\square\square$  部分的值。但可选择的监视仅为 U1-01、02、05、20、24、36。

## (2) 调整脉冲序列监视。

调整从脉冲序列监视端子 MP-SC 输出的脉冲频率。给 H6-07 设定 100% 输出频率时的输出脉冲频率。设定  $H6-06=2$ 、 $H6-07=0$  时，输出与变频器的 U 相输出同步的频率。

## 7.4 高性能矢量变频器的个别功能

### 7.4.1 欧姆龙 3G3RV 变频器与 PLC 的通信功能

#### 1. 通信用连接端子

MEMOBUS 通信时使用 S+、S-、R+、R- 端子。终端电阻为：从 PLC 侧看时，仅将终端变频器 SW1 的 1 的 ON/OFF 开关设定为 ON。通信用连接端子如图 7-13 所示。

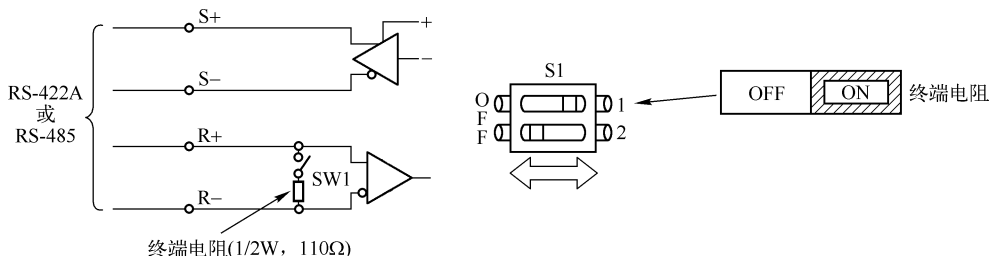


图 7-13 通信用连接端子

使用 RS-0485 通信时，按图 7-14 所示在变频器外部连接 S+ 和 R+、S- 和 R-。

#### 2. 与 PLC 进行通信的步骤

与 PLC 进行通信的步骤如下：

① 在电源 OFF 的状态下，连接 PLC 和变频器间的通信电缆；

② 接通电源；

③ 通过数字式操作器设定通信所需的参数（H5-01~H5-07）；

④ 切断电源，确认数字式操作器的显示全部消失；

⑤ 再次接通电源；

⑥ 与 PLC 进行通信。

#### 3. 与 PLC 进行通信的参数

与 PLC 进行通信的参数如表 7-32 所示。

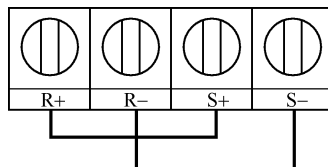


图 7-14 通信端子接线

表 7-32 与 PLC 进行通信的参数

参数 NO	名 称	内 容	设定范围	出厂设定
b1-01	频率指令的选择	设定频率指令的输入方法 0：数字式操作器 1：控制回路端子（模拟量输入） 2：MEMOBUS 通信 3：选购卡 4：脉冲序列输入	0~4	1

续表

参数 NO	名 称	内 容	设定范围	出厂设定
b1-02	运行指令的选择	设定运行指令的输入方法 0: 数字式操作器 1: 控制回路端子 (顺控输入) 2: MEMOBUS 通信 3: 选购卡	0~3	1
H5-01	从站地址	设定变频器的从站地址	0~20	1FH
H5-02	通信速度的选择	选择 6CN 的 MEMOBUS 通信的通信速度 0: 1200bps 1: 2400bps 2: 4800bps 3: 9600bps 4: 19 200bps	0~4	3
H5-03	通信校验的选择	选择 6CN 的 MEMOBUS 通信的校验 0: 校验无效 1: 偶数校验 2: 奇数校验	0~2	0
H5-04	通信错误检出时的动作选择	选择通信错误检出时的停止方法 0: 减速停止 (按 C1-02 的减速时间停止) 1: 自由运行停止 2: 紧急停止 (按 C1-09 的减速时间停止) 3: 继续运行	0~3	3
H5-05	通信错误检出选择	选择是否将通信超时作为通信错误检出 0: 无效 1: 有效	0, 1	1
H5-06	送信等待时间	设定变频器从受信到发送开始的时间	5~65	5ms
H5-07	RTS 控制有/无	选择 RTS 控制的有效/无效 0: 无效 (RTS 常时为 ON) 1: 有效 (只有在发送时 RTS 为 ON)	0, 1	1

#### 4. 连接至 PLC 示例

(1) 串行通信板/单元的连接端子排布。

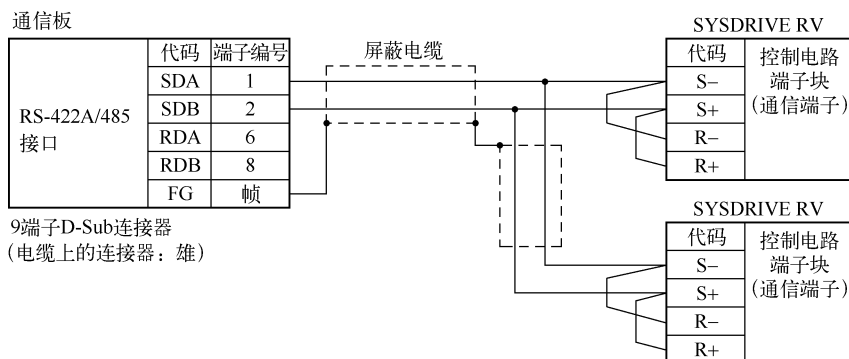
CS1W-SCB41-V1、CJ1W-0SCU41-V1 和 C200HW-COM06-V1 串行通信板/单元的连接端子排布如图 7-15 所示。

	端子编号	代码	信号名称	I/O	端子编号	代码	信号名称	I/O
	1	SDA	发送数据 (-)	输出	6	RDA	接收数据 (-)	输入
	2	SDB	发送数据 (+)	输出	7	NC	—	—
	3	NC	—	—	8	RBD	接收数据 (+)	输入
	4	NC	—	—	9	NC	—	—
	5	NC	—	—	帧	FG	FG	—

图 7-15 串行通信板/单元的连接端子排布

(2) RS-485 和 RS-422A 的标准接线图。

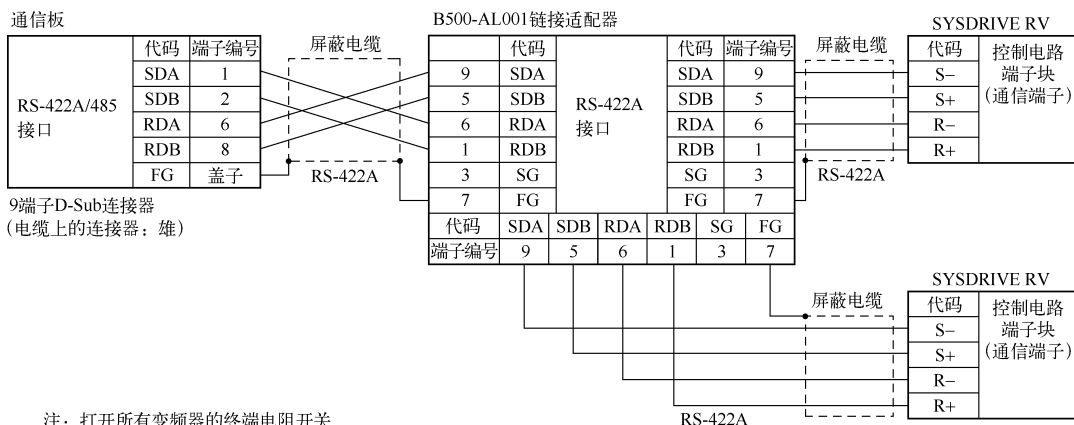
RS-485 (2 线) 的接线如图 7-16 所示。



注: 打开末端变频器的终端电阻开关。关闭所有其他变频器的终端电阻开关

图 7-16 RS-485 (2 线) 的接线

RS-422A (4 线) 的接线如图 7-17 所示。



注: 打开所有变频器的终端电阻开关

图 7-17 RS-422A (4 线) 的接线

#### 7.4.2 欧姆龙 3G3RV 高性能矢量变频器的 PID 控制功能

PID 控制是使反馈值 (检出值) 与设定的目标值一致的控制方式。根据比例控制 (P)、积分控制 (I)、微分控制 (D) 的组合, 也可控制有空闲时间的对象 (机械系统)。

PID 控制的各动作的特长如下:

##### ① PID 控制的动作

P 控制: 输出与偏差成比例的操作量, 但只靠 P 控制不能使偏差为零。

I 控制: 输出对偏差进行积分的操作量, 在使反馈值与目标值一致时有效, 但无法适应急剧的变化。

D 控制: 输出对偏差进行微分的操作量, 可对急剧的变化尽快做出响应。

##### ② PID 控制的用途

使用变频器的 PID 控制的用途示例如表 7-33 所示, 控制参数如表 7-34 所示。

表 7-33 变频器的 PID 控制的用途

用 途	控 制 内 容	所用传感器示例
速度控制	反馈机械的速度信息，使速度与目标值一致； 用其他机械的速度信息作为目标值输入，反馈实际的速度进行同步控制	转速传感器
压力控制	反馈压力信息，对压力进行一定的控制	压力传感器
流量控制	反馈流量信息，进行高精度的流量控制	流量传感器
温度控制	反馈温度信息，通过旋转风扇进行温度调节控制	热电偶 热敏电阻

表 7-34 欧姆龙 3G3RV-0ZV1 变频器的 PID 控制参数

参数 NO	名 称	内 容	设定范围	出厂设定
b5-01	PID 控制的选择	0: PID 控制无效 1: PID 控制有效 (对偏差进行 D 控制) 2: PID 控制有效 (对反馈值进行 D 控制) 3: PID 控制有效 (频率指令+PID 输出, 对偏差进行 D 控制) 4: PID 控制有效 (频率指令+PID 输出, 对反馈值进行 D 控制)	0~4	0
b5-02	比例增益 (P)	用倍率设定 P 控制的比例增益 设定为 0.00 时, P 控制不动作	0.00~25.00	1.00
b5-03	积分时间 (I)	以秒为单位设定 I 控制的积分时间, 设定为 0.0 时, I 控制不动作	0.0~360.0	1.0s
b5-04	积分时间 (I) 的上限值	以最高输出频率为 100%, 以 % 为单位设定 I 控制后的上限值	0.0~100.0	100.0%
b5-05	微分时间 (D)	以秒为单位设定 D 控制的微分时间, 设定为 0.0 时, D 控制不动作	0.00~10.00	0.00s
b5-06	PID 的上限值	以最高输出频率为 100%, 以 % 为单位设定 PID 控制后的上限值	0.0~100.0	100.0%
b5-07	PID 偏置调整	以最高输出频率为 100%, 以 % 为单位设定 PID 控制后的上限值	-100.0~ +100.0	0.0%
b5-08	PID 的一次延迟时间参数	以秒为单位设定对应 PID 控制输出的低通滤波时间参数, 通常无需设定	0.00~10.00	0.00s
b5-09	PID 输出的特性选择	选择 PID 输出的正/反特性 0: PID 的输出为正特性 1: PID 的输出为反特性 (反转输出符号)	0, 1	0
b5-10	PID 输出增益	设定 PID 输出增益	0.0~25.0	1.0
b5-11	PID 输出的反转选择	0: PID 输出为负时, 极限为 0 1: PID 的输出为负, 反转在 b1-04 上设定为禁止反转时, 极限期 0	0, 1	0
b5-12	PID 反馈指令丧失检出选择	0: 无 PID 反馈丧失检出 1: 有 PID 反馈丧失检出 检出时继续运行, 故障接点不动作 2: 有 PID 反馈丧失检出 检出时自由运行停止, 故障接点动作	0~2	0

### 7.4.3 欧姆龙 3G3RV 变频器设定电动机参数

在矢量控制模式下，电动机的参数将通过自学习自动设定。如果自学习不能正常结束，应按该变频器使用手册进行设定（输入）。电动机参数如表 7-35 所示。

表 7-35 欧姆龙 23G3RV-ZV1 变频器电动机参数

参数 NO	名 称	内 容	设定范围	出厂设定
E2-01	电动机额定电流	以 A 为单位设定电动机额定电流； 该设定值为电动机保护、转矩限制、转矩控制的基准值； 自学习时自动设定	0.32~6.40	1.90A
E2-02	电动机额定滑差	以 Hz 为单位设定是机额定滑差； 该设定值将为滑差补偿的基准值； 自学习时自动设定	0.00~20.00	2.90Hz
E2-03	电动机空载电流	以 A 为单位设定电动机的空载电流； 自学习时自动设定	0.00~1.89	1.20A
E2-04	电动机极数（极数）	设定电动机极数； 自学习时自动设定	2-048	4 极
E2-05	电动机线间电阻	以 $\Omega$ 为单位设定电动机线间电阻； 自学习时自动设定	0.000~65.000	9.842 $\Omega$
E2-06	电动机泄漏电感	以电动机额定电压的 % 来设定因电动机泄漏电感而引起的电压降的量； 自学习时自动设定	0.0~40.0	18.2%
E2-07	电动机铁心饱和系数 1	设定磁通为 50% 时的铁心饱和系数，自学习时自动设定	0.00~0.50	0.50
E2-08	电动机铁心饱和系数 2	设定磁通为 75% 时的铁心饱和系数，自学习时自动设定	0.50~0.75	0.75
E2-09	电动机的机械损失	以电动机额定输出容量（W）为 100%，以 % 为单位设定电动机的机械损失 通常无需设定，请在以下情况时调整： • 由电动机轴承引起的损失较大时 • 风扇和泵的转矩损失较大时 设定的机械损失将被转矩补偿	0.0~10.0	0.0
E2-10	转矩补偿的电动机铁损	以 W 为单位设定电动机铁损	0~65.535	14W
E2-11	电动机额定容量	以 0.01kW 为单位设定电动机额定容量 自学习时自动设定	0.00~650.00	0.40kW

电动机参数的设定方法如下文所述 [参照电动机测试报告进行设定（输入）]。

(1) 电动机额定电流的设定。

将电动机铭牌上标明的额定电流设定给 E2-01。

(2) 电动机额定滑差的设定。

通过电动机铭牌上标明的额定转速来计算电动机的额定滑差，并将其设定给 E2-02。

电动机额定滑差量 = 电动机额定频率 [Hz] - 额定转速 [ $\text{min}^{-1}$ ]  $\times$  电动机极数 / 120

(3) 电动机空载电流的设定。

给 E2-03 设定电动机在额定电压、额定频率时的空载电流。电动机空载电流在电动机



铭牌上一般没有标明。需向电动机生产厂家垂询。

(4) 电动机极数的设定。

E2-04 仅在选择带 PG 的 V/F 控制模式或带 PG 矢量控制模式时显示。请设定电动机铭牌上标明着的电动机极数（极数）。

(5) 电动机线间电阻的设定。

当进行电动机线间电阻自学习时，E2-05 将自动被设定。如果不能进行自学习，需向电动机生产厂家询问电动机线间电阻的相关事项。根据电动机测试报告的线间电阻值，通过以下公式计算电阻值后再进行设定。

E 种绝缘：测试报告的 75℃ 时的线间电阻值(Ω)×0.92(Ω)

B 种绝缘：测试报告的 75℃ 时的线间电阻值(Ω)×0.92(Ω)

F 种绝缘：测试报告的 115℃ 时的线间电阻值(Ω)×0.87(Ω)

(6) 电动机泄漏电感的设定。

在 E2-06 上，请以相对电动机额定电压的百分比值设定电动机泄漏电感引起的电压下降量。当为高速电动机等电感量较小的电动机时进行设定。该数据在电动机铭牌上没有标明，请向电动机生产厂家垂询。

(7) 电动机铁心饱和系数 1、2 的设定。

E2-07 和 E2-08 通过旋转型自学习自动设定。

(8) 电动机的机械损失。

E2-09 仅在带 PG 的矢量控制模式下显示。请在以下情况时进行调整（通常无需变更设定，设定的机械损失将被转矩补偿）：

- 由电动机轴承引起的损失较大时；
- 风扇和泵的转矩损失较大时。

(9) 设定转矩补偿的电动机铁损。

E2-10 仅在 V/F 控制模式时显示。为了提高 V/F 控制时的转矩补偿精度，以 W 为单位设定电动机铁损。

(10) 电动机额定容量。

将电动机铭牌上标明的额定容量设定在 E2-11 上。

#### 7.4.4 欧姆龙 3G3RV 矢量变频器 V/F 曲线的设定功能

V/F 控制模式根据需要设定变频器输入电压及 V/F 曲线，参数如表 7-36 所示。

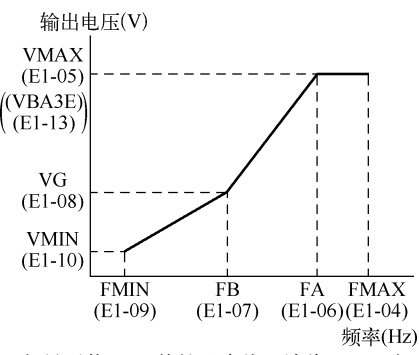
(1) 设定变频器输入电压。

请将 E1-01 与电源电压对照后，正确设定变频器输入电压。该设定值为保护功能等的基准值。

表 7-36 V/F 控制模式参数

参数 NO	名 称	内 容	设定范围	出厂设定
E1-01	输入电压设定	以 1V 为单位设定变频器的输入电压，该设定值为保护功能等的基准值	155~255	200V
E1-03	V/F 曲线选择	0~0E：从 15 种固定 V/F 曲线中选择； F：任意 V/F 曲线（可设定 E1-04-010）	0~F	F

续表

参数 NO	名 称	内 容	设定范围	出厂设定
E1-04	最高输出频率 (FMAX)		40.0~300.0	50.0Hz
E1-05	最大电压 (VMAX)		0.0~255.0	200.0V
E1-06	基本频率 (FA)		0.0~300.0	50.0Hz
E1-07	中间输出频率 (FB)		0.0~300.0	2.5Hz
E1-08	中间输出频率电压 (VC)		0.0~255	15.0V
E1-09	最低输出频率 (FMIN)	如果要使 V/F 特性呈直线, 请将 E1-07 与 E1-09 设定为相同的值。此时, 忽略 E1-08 的设定值。 4 个频率必须设定如下: $E1-04(FMAX) \geq E1-06(FA) > E1-07(FB) \geq E1-09(FMIN)$	0.0~300.0	1.2Hz
E1-10	最低输出频率 (VMIN)		0.0~255.0	9.0V
E1-11	中间输出频率 2		0.0~300.0	0.0Hz
E1-12	中间输出频率电压 2	请仅在恒定输出域对 V/F 进行微调时设定, 通常无需设定	0.0~255.0	0.0V
E1-13	基本电压 (VBASE)		0.0~255.0	0.0V

(2) 设定 V/F 曲线。

选择不带 PG 的 V/F 控制、带 PG 的 V/F 控制时, 向 E1-03 中设定 V/F 曲线。V/F 曲线的设定方法有 2 种: 从预先设定的 15 种曲线 (设定值: 0~E) 中选择一种以及设定任意的 V/F 曲线 (设定值: F)。

E1-03 的出厂设定为 F, 设定内容的出厂设定 F 和 E1-03 上设定 1 时相同。

从预先设定的曲线中选择的方法, 请参照表 7-37。

(3) V/F 曲线设定举例。

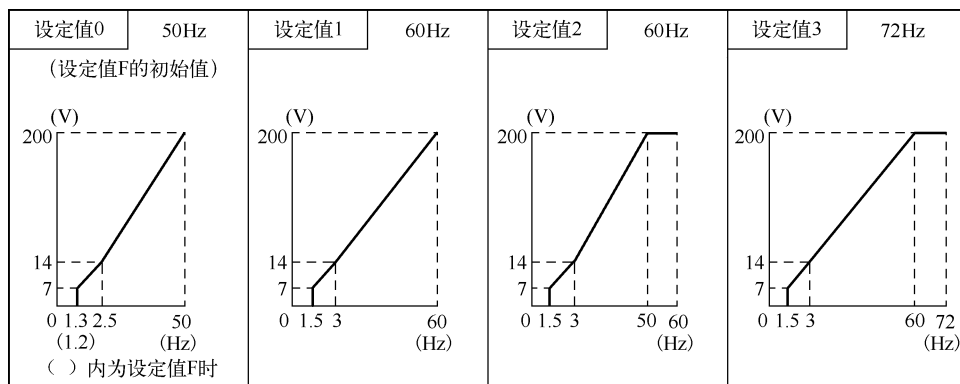
2.2~45kW 的 V/F 曲线设定如图 7-18 所示, 图 7-18 为 200V 级时的曲线。400V 级时, 电压值均为 2 倍。

表 7-37 V/F 曲线从预先设定的曲线中选择的方法

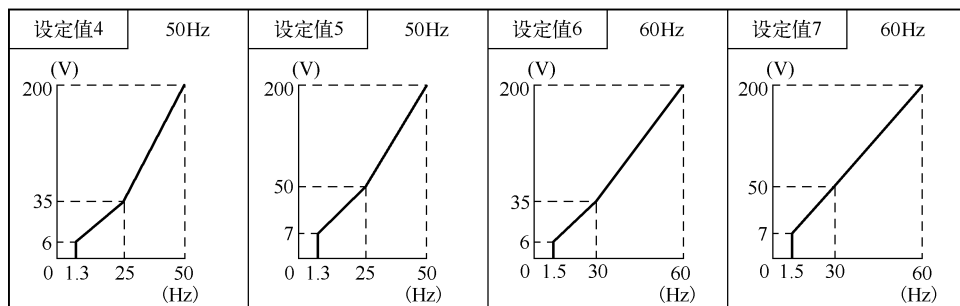
特 性	用 途	设定值	规 格
恒 定 转矩特性	适用于一般用途的曲线, 像进行直线运动的搬送装置等, 不管旋转速度如何, 负载转矩固定不变时使用此曲线	0 (F)	50Hz 规格
		1	60Hz 规格
		2	60Hz 规格、50Hz 时电压饱和
		3	72Hz 规格、60Hz 时电压饱和
递 减 转矩特性	如风扇、泵等, 转矩为转速的 2 次方或 3 次方时, 使用该曲线	4	50Hz 规格、3 次方递减
		5	50Hz 规格、2 次方递减
		6	60Hz 规格、3 次方递减
		7	60Hz 规格、2 次方递减

续表

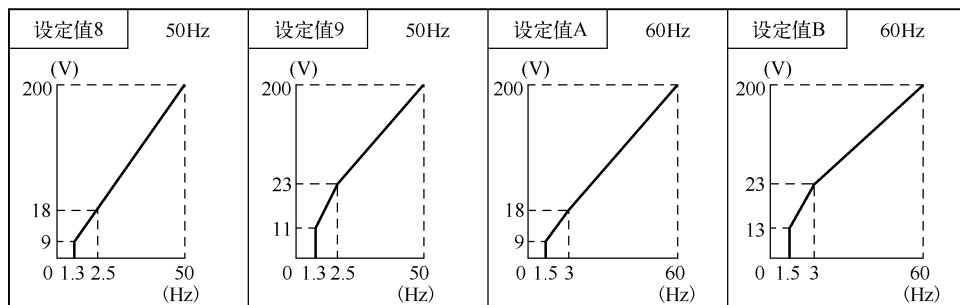
特 性	用 途	设定值	规 格
高启动转矩	请仅在以下情况时选择高启动转矩的 V/F 曲线： • 变频器-电动机间的接线距离较长（约 150m 以上）； • 启动时需要有较大的转矩（升降机等负载）； • AC 电抗器插入在变频器的输入或输出上； • 运行最大适用电动机以下的电动机	8	50Hz 规格、启动转矩中
		9	50Hz 规格、启动转矩大
		A	60Hz 规格、启动转矩中
		B	60Hz 规格、启动转矩大
恒定输出运行	以 60Hz 以上的频率进行旋转的曲线，在 60Hz 以上的频率上施加一定的电压	C	90Hz 规格、60Hz 时电压饱和
		D	120Hz 规格、60Hz 时电压饱和
		E	180Hz 规格、60Hz 时电压饱和



(a) 恒定转矩特性 (设定值0~3)

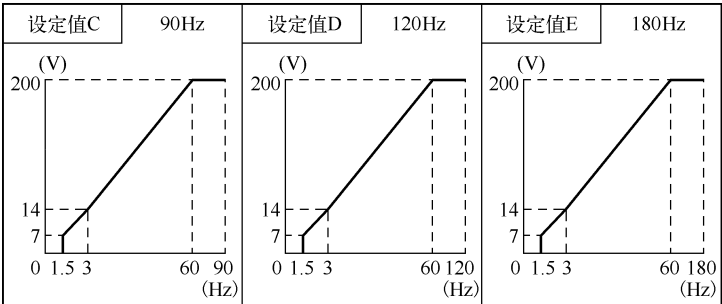


(b) 递减转矩特性 (设定值4~7)



(c) 高启动转矩 (设定值8~B)

图 7-18 2.2~45kW 的 V/F 曲线设定



(d) 恒定输出运行 (设定值C~E)

图 7-18 2.2~45kW 的 V/F 曲线设定 (续)

7.4.5 欧姆龙 3G3RV 变频器转矩控制功能

在带 PG 的矢量控制中，通过模拟量输入的转矩指令可以控制电动机输出转矩。在进行转矩控制时，应设定 d5-0=1。转矩控制指令参数如表 7-38 所示，多功能接点参数如表 7-39 所示。

表 7-38 转矩控制指令参数

参数 NO	名称	内 容	设定范围	出厂设定	运行中的变更	控制模式				MEM-OBUS 寄存器
						不带 PG 的 V/F	带 PG 的 V/F	不带 PG 的矢量	带 PG 的矢量	
d5-01	转矩控制选择	0：速度控制（用 05-01-07 控制） 1：转矩控制 只能在 PG 的矢量控制模式下使用。使用速度控制/转矩控制的切换功能时设为 0，向多功能输入设定速度/转矩控制切换	0，1	0	X	X	X	X	A	29AH
d5-02	转矩指令的延迟时间参数	以 ms 为单位设定转矩指令滤波器的一次延迟时间参数； 在调整转矩指令信号的干扰消除与指令控制器的响应性时有效，如在转矩控制中发生振动时，需增大设定值	0~1000	0ms	X	X	X	X	A	29BH
d5-03	速度极限选择	设定进行转矩控制时的速度极限指令方法： 1：用频率指令（查看 b1-01）限制； 2：用 d5-04 的设定值限制	1，2	1	X	X	X	X	A	29CH

续表

参数 NO	名称	内 容	设定范围	出厂设定	运行中的变更	控制模式				MEM-OBUS寄存器
						不带 PG 的 V/F	带 PG 的 V/F	不带 PG 的矢量	带 PG 的矢量	
d5-04	速度极限	以最高输出额定频率为 100%，以 % 为单位设定转矩控制中的速度极限； 在 d5-03 设定为 2 时有效，和运行指令同方向为 +，反方向为 -	-120 ~ +120	0%	X	X	X	X	A	29DH
d5-05	速度极限偏置	以最高输出频率为 100%，以 % 为单位设定速度极限值的偏置。 指定的速度极限值的偏置。 用于速度极限值的余量调整	0 ~ 120	10%	X	X	X	X	A	29EH
d5-06	速度/转矩控制切换保持时间	多功能输入速度/转矩控制切换被输入 (OFF-ON 或 ON-OFF) 以后，以 ms 为单位设定切换为止的时间； 在向多功能输入设定速度/转矩控制切换时有效； 在速度/转矩控制切换保持时间内，模拟量输入（转矩指令，速度极限值）一直保持速度/转矩控制切换变化时的值，在此时间内，请完成处部的切换准备工作	0 ~ 1000	0ms	X	X	X	X	A	29FH
H3-04	多功能模拟量输入端子 A3 信号电平选择	0 : 0 ~ +10V 1 : 0 ~ +10V	0, 1	0	X	A	A	A	A	413H
H3-05	多功能模拟量输入端子 A3 功能选择	向端子 A3 上设定多功能模拟量输入	0 ~ 1F	1F	X	A	A	A	A	414H
H3-06	多功能模拟量输入端子 A3 输入增益	以 % 为单位设定 10V 输入时的各功能的指令量； 以用 H3-05 选择的多功能模拟量输入的“100% 的内容”为 100% 进行设定	0.0 ~ 1000.0	100.0%	O	A	A	A	A	415H
H3-07	多功能模拟量输入端子 A3 输入偏置	以 % 为单位设定 10V 输入时的各功能的指令量； 以用 H3-05 选择的多功能模拟量输入的“100% 的内容”为 100% 进行设定	-100 ~ +100	0.0%	O	A	A	A	A	416H

续表

参数 NO	名称	内 容	设定范围	出厂设定	运行中的变更	控制模式				MEM-OBUS 寄存器
						不带 PG 的 V/F	带 PG 的 V/F	不带 PG 的矢量	带 PG 的矢量	
H3-08	多功能模拟量输入端子 A2 信号电平选择	0: 0~+10V, 有下限值 1: 0~+10V, 无下限值 2: 4~20mA 电流/电压输入能够控制电路板上的开关进行切换	0~2	2	X	A	A	A	A	417H
H3-09	多功能模拟量输入端子 A2 功能选择	在端子 A2 上选择多功能模拟量输入功能	0~1F	0	X	A	A	A	A	418H
H3-10	多功能模拟量输入端子 A2 输入增益	以%为单位设定 10V (20mA) 输入时的各功能的指令量; 以用 H3-09 选择功能的“100%的内容”为 100%进行设定	0.0~1000.0	100.0%	O	A	A	A	A	419H
H3-11	多功能模拟量输入端子 A2 输入偏置	以%为单位设定 10V (20mA) 输入时的各功能的指令量; 以用 H3-09 选择功能的“100%的内容”为 100%进行设定	-100~+100	0.0%	O	A	A	A	A	41AH

表 7-39 多功能接点参数

表 (a) 多功能接点输入 (H1-01~H1-06)

设定值	功 能	控制模式			
		不带 PG 的 V/F	带 PG 的 V/F	不带 PG 的矢量	带 PG 的矢量
71	速度/转矩控制切换 (ON: 转矩控制有效)	X	X	X	O
78	外部转矩指令的极性反转指令 (OFF: 正 ON: 负)	X	X	X	O

表 (b) 多功能接点输入 (H3-05~H3-09)

设定值	功 能	控制模式			
		不带 PG 的 V/F	带 PG 的 V/F	不带 PG 的矢量	带 PG 的矢量
0	与端子 A1 相加	O	O	O	O
13	转矩指令 (速度控制时转矩极限)	X	X	X	O
14	转矩补偿	X	X	X	O

将 H3-09 (多功能模拟量输入端子 A2 功能选择) 或 H3-05 (多功能模拟量输入端子

A3 功能选择) 设定 13 (转矩指令) 或 14 (转矩补偿) 后, 可通过模拟量输入变更转矩指令。转矩指令的输入方法如表 7-40 所示。

表 7-40 转矩指令的输入方法

转矩指令的输入方法	指令部位	选择方法	备 注
电压输入 ( $0 \sim \pm 10\text{V}$ )	端子 A3-AC 之间	H3-04=1 H3-05=13	转矩指令为 $0 \sim 10\text{V}$ 时, H3-04=0; 但切换转矩指令的正/负时, 在多功能输入功能设定为 78 后进行
	端子 A2-AC 之间 (关闭开关 SW1 的 2 (V 侧))	H3-08=1 H3-09=13	转矩指令为 $0 \sim 10\text{V}$ 时, H3-08=0; 但切换转矩指令的正/负时, 在多功能输入功能设定为 78 后进行; 当 H3-09=14 时, 可作为转矩补偿输入使用
电流输入 ( $4 \sim 20\text{mA}$ )	端子 A2-AC 之间 (打开开关 SW1R2 (1 侧))	H3-08=2 H3-09=13	切换转矩指令的正/负时, 在多功能输入功能设定为 78 后进行; 当 H3-09=14 时, 可作为转矩补偿输入使用
选购卡 (AI-14B) ( $0 \sim \pm 10\text{V}$ )	TC2-TC4 之间	F2-01=0 H3-08=1 H3-09=13	当 H3-05=14 时, 可将 TC2-0TC4 作为转矩补偿输入使用

#### (1) 转矩指令方向设定。

被电动机输出的转矩方向根据被输入模拟量信号的正负而定。与运行指令的方向 (正转/反转) 无关。转矩方向如下所示:

- 模拟量指令为 + 时: 电动机正转方向的转矩指令 (从电动机的输出轴处看, 呈逆时针旋转)。
- 模拟量指令为 - 时: 电动机反转方向的转矩指令 (从电动机的输出轴处看, 呈顺时针旋转)。

#### (2) 转矩指令的输入方法。

在进行转矩指令调整时, 要考虑以下几点。

##### ① 转矩指令延迟时间 (d5-02) 的设定

设定转矩控制框图中的转矩指令一次延迟时间参数。该参数在转矩指令信号的干扰消除和与指令控制器响应性的调整时有效。如在转矩控制中发生振动, 则增大设定值。

##### ② 转矩补偿的设定

将多功能模拟量输入 A2 或 A3 端子设定为 14 (转矩补偿)。转矩补偿通过设定负载侧的机械损失等的转矩损失量, 可以将转矩损失量加到转矩指令中。

转矩补偿的方向根据输入信号的符号而定:

- + 电压 (电流) 为电动机正转方向的转矩补偿指令 (从电动机输出轴看, 呈逆时针方向)。
- - 电压为电动机反转方向的转矩补偿指令 (从电动机输出轴看, 呈顺时针方向)。

为此, 当端子的信号电平为  $0 \sim 10\text{V}$  或  $4 \sim 20\text{mA}$  时, 只能对正转方向赋予转矩补偿。如果要对反转方向赋予转矩补偿, 请设定  $-10 \sim +10\text{V}$  输入。

#### (3) 切换速度控制和转矩控制后使用。

将 H1-01~H1-06（多功能接点输入）设定为 71（速度/转矩控制切换）时，可进行速度控制和转矩控制的切换。设定速度/转矩切换功能的端子在 OFF 时为速度控制，ON 时为转矩控制。

使用速度/转矩控制切换功能时，请设定 d5-01=0。

(4) 输入速度控制/转矩控制切换时的保持时间。

速度控制/转矩控制切换被输入以后，以 ms 为单位，可对 d5-06 设定到控制切换为止的时间。在速度/转矩控制切换保持的时间内，3 个模拟量输入一直保持速度/转矩控制切换信号变化时的值。因此，要在该时间内完成外部信号的切换。

7.4.6 欧姆龙 3G3RV 变频器利用速度反馈进行速度控制

带 PG 的矢量控制时的速度控制（ASR）通过操作转矩指令，使得速度指令和速度检出值（PG 的反馈）的偏差值为 0。

带 PG 的 V/F 控制时的速度控制通过操作输出频率，使得速度指令和速度检出值（PG 的反馈）的偏差值为 0。带 PG 的矢量控制时和带 PG 的 V/F 控制时的速度控制框图如图 7-19 所示。速度控制参数如表 7-41 所示，多功能接点输入参数如表 7-42 所示。

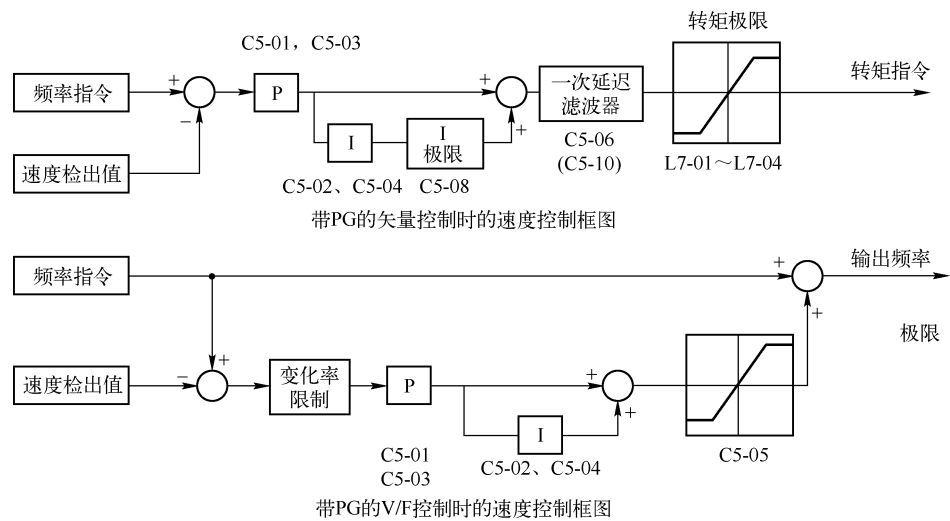


图 7-19 速度控制框图

表 7-41 速度控制参数

参数 NO	名称	内 容	设定范围	出厂设定	运行中的变更	控制模式				MEM-OBUS 寄存器
						不带 PG 的 V/F	带 PG 的 V/F	不带 PG 的 矢量	带 PG 的 矢量	
C5-01	速度控制（ASR）的比例增益 1（P）	设定速度控制环（ASR）的比例增益	1.00~300.00*1	20.00*2	O	X	A	X	A	21BH



续表

参数 NO	名称	内 容	设定范围	出厂设定	运行中的变更	控制模式				MEM-OBUS 寄存器
						不带 PG 的 V/F	带 PG 的 V/F	不带 PG 的矢量	带 PG 的矢量	
C5-02	速度控制 (ASR) 的积分时间 1 (I)	以秒为单位设定速度控制环 (SAR) 的积分时间	0.000~10.000	0.500s*2	O	X	A	X	A	21CH
C5-03	速度控制 (ASR) 的比例增益 2 (P)	通常无需设定； 在根据旋转速度使增益变化时设定	0.00~300.00*1	20.00*2	O	X	A	X	A	21DH
X5-04	速度控制 (ASR) 的积分时间 2 (I)		0.000~10.000	0.500s*2	O	X	A	X	A	21EH
C5-05	速度控制 (ASR) 极限	最高输出频率为 100%，以 % 为单位设定用速度控制环补偿频率的上限值	0.0~20.0	5.0%	X	X	A	X	X	21FH
C5-06	速度控制 (ASR) 的一次延迟时间参数	以秒为单位设定由速度控制环 (ASR) 输出转矩指令时滤波时间参数； 通常无需设定	0.000~0.500	0.004s	X	X	X	X	A	220H
C5-07	速度控制 (ASR) 增益切换频率	以 Hz 为单位，设定切换比例增益 1, 2, 积分时间 1, 2 的频率。 多功能输入“速度控制 (ASR) 比例增益切换”将被优先执行	0.0~300.0*3	0.0Hz	X	X	X	X	A	221H
C5-08	速度控制 (ASR) 积分极限	以额定负载时为 100%，以 % 为单位设定速度控制环 (ASR) 积分量的上限值	0~400	400%	X	X	X	X	A	222H

\*1. 在带 PG 的控制中，设定范围为 0.00~300.00（表中为带 PG 矢量控制的设定范围）。

\*2. 如果变更控制模式，出厂设定也随之变化（表中为带 PG 的矢量控制的出厂设定值），请参照后面叙述的“根据控制模式 (A1-02) 出厂设定值发生变化的参数”。

\*3. 将 C8-01 设定为 1 时，设定上限为 400.0。

表 7-42 多功能接点输入参数

设定值	功 能	控制模式			
		不带 PG 的 V/F	带 PG 的 V/F	不带 PG 的矢量	带 PG 的矢量
D	带 PG 的 V/F 控制时速度控制有效/无效 OFF；带 PG 的 V/F 控制的速度控制有效； ON；带 PG 的 V/F 控制的速度控制无效	X	O	X	O
E	速度控制积分复位； 可进行速度控制环的 PI 控制/P 控制的切换	X	X	X	O

续表

设定值	功 能	控 制 模 式			
		不带 PG 的 V/F	带 PG 的 V/F	不带 PG 的矢量	带 PG 的矢量
77	速度控制比例增益的切换 可进行比例增益切换的 C5-01 和 C5-03 OFF: 比例增益为 C5-01 的设定值; ON: 比例增益为 C5-03 的设定值	X	X	X	O

### 1. 带 PG 的矢量控制时的速度控制的增益调整

在实际负载状态下（连接机械状态），调整 C5-01 及 C5-02。

调整步骤如图 7-20 所示。

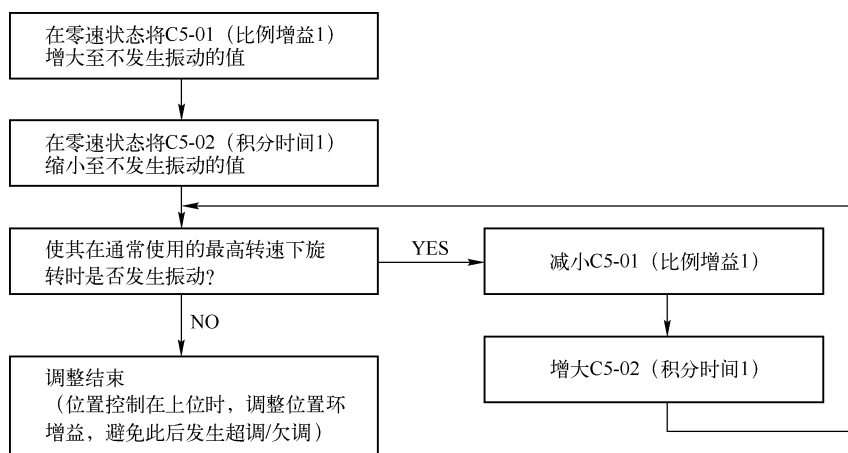


图 7-20 速度控制增益调整

#### (1) 速度控制（ASR）的比例增益微调（C5-01）。

这是调整速度控制（ASR）响应的增益。增大设定值时，响应性将提高。通常，负载越大设定值也越大。但是，设定值过大电动机会发生振动。

操作速度控制（ASR）比例增益时的响应示例如图 7-21 所示。

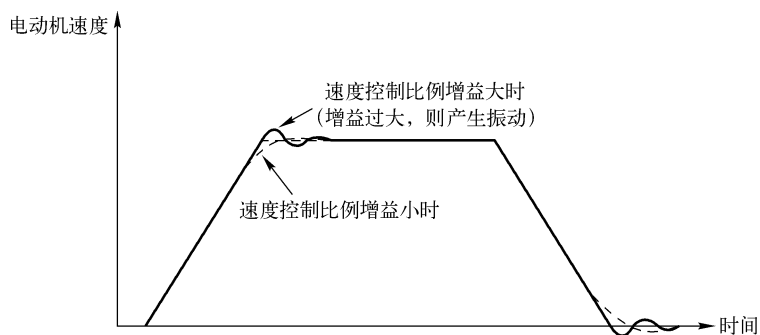


图 7-21 比例增益变化时的响应

(2) 速度控制 (ASR) 的积分时间 1 的微调 (C5-02)。

设定速度控制 (ASR) 的积分时间。积分时间长, 则响应性将降低, 相对外力的反作用力也将变弱。积分时间过短, 将会发生振动。操作速度控制 (ASR) 的积分时间响应示例如图 7-22 所示。

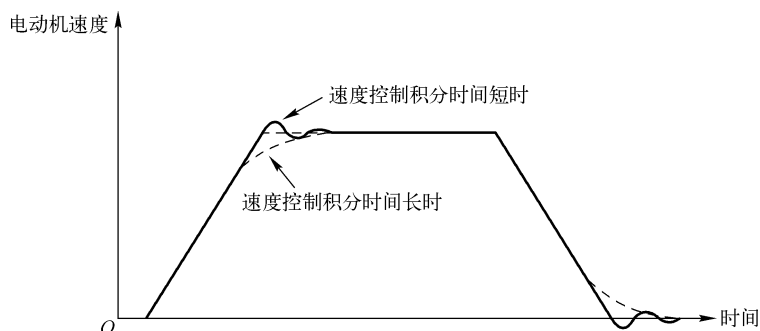


图 7-22 积分时间变更时的响应

## 2. 当带 PG 的 V/F 控制时的速度控制的增益调整

在带 PG 的 V/F 控制时, 请用 E1-09 (最低输出频率) 和 E1-04 (最高输出频率) 分别设定速度控制的比例增益 (P) 及积分时间 (I)。

如图 7-23 所示, 通过电动机速度, 比例增益 (P) 和积分时间 (I) 被线性改变。

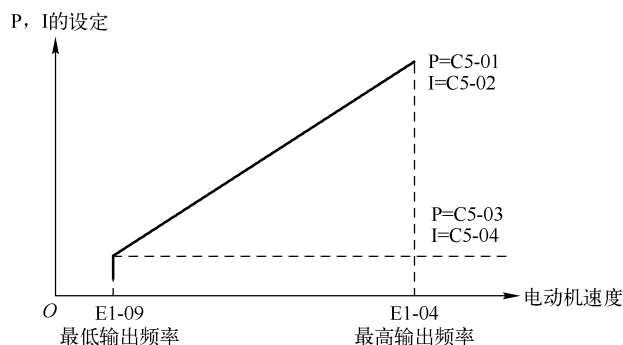


图 7-23 速度控制的增益积分时间的调整 (当带 PG 的 V/F 控制时)

(1) 最低输出频率的增益调整。

用最低输出频率使电动机旋转, 在不发生振动的范围内增大 C5-03 的设定值。接着, 在不发生振动的范围内减小 C5-04 设定值。

监视变频器的输出电流, 确认是否在变频器额定输出电流的 50% 以下。超过 50% 时, 减小 C5-03 设定值, 增大 C5-04 设定值。

(2) 最高输出频率的增益调整。

用最高输出频率使电动机旋转。在不发生振动的范围内增大 C5-01 设定值。接着, 在不发生振动的范围内减小 C5-02 设定值。

(3) 增益的微调。

需要更加细微地调整增益时, 要一边观测速度波形一边进行微调。调整方法和矢量控

制时相同。

若在加减速中也想追随频率指令或想尽量达到目标速度，则在加减速中也将积分动作设定为有效。通过将 F1-07（加减速中的积分动作选择）设定为 1，可以使带 PG 的 V/F 控制时的速度控制积分控制（ASR）有效。另外，在加速结束时发生超调时，减小 C5-01 的设定值，增大 C5-02 的设定值。在停止时发生欠调时，减小 C5-03 的设定值，增大 C5-04 的设定值。即使进行增益调整也不能消除速度的超调和欠调时，在减小速度控制的 C5-05 设定值后，再减小频率指令的补偿值限制。

### 3. 进行带 PG 的速度控制

以下对带 PG 的 V/F 控制及带 PG 的矢量控制模式的各种功能进行说明，其参数如表 7-43 所示。

表 7-43 PG 矢量控制模式参数

参数 NO	名 称	内 容	设定范围	出厂设定
F1-01	PG 参数	设定使用 PG（脉冲发生器、编码器）脉冲数 以电动机每旋转一周的脉冲数设定不成倍递增的值	0~60 000	600
F1-02	PG 断线检出 (PG0) 时的动作 选择	设定 PG 断线检出 (PG0) 时的停止方法 0: 减速停止 (按 C1-02 的减速时间停止); 1: 自由运行停止; 2: 紧急停止 (按 C1-09 的减速时间减速停止); 3: 继续运行 (为了保护电动机和机械, 通常请勿设定)	0~3	1
F1-03	过速 (OS) 发 生时的动作选择	设定发生过速 (OS) 时的停止方法 0: 减速停止 (按 C1-02 的减速时间停止); 1: 自由运行停止; 2: 紧急停止 (按 C1-09 的减速时间减速停止); 3: 继续运行 (为了保护电动机和机械, 通常请勿设定)	0~3	1
F1-04	速度偏差过大 检出 (DEV) 时 的动作选择	设定速度偏差过大 (DEV) 检出时的停止方法 0: 减速停止 (按 C1-02 的减速时间停止); 1: 自由运行停止; 2: 紧急停止 (按 C1-09 的减速时间减速停止); 3: 继续运行 (显示 DEV, 继续运行)	0~3	3
F1-05	PG 旋转方向 设定	0: 电动机正转时, A 相超前 (电动机反转时, B 相超前); 1: 电动机正转时, B 相超前 (电动机反转时, A 相超前)	0, 1	0
F1-06	PGF 输出分 频比	设定 PG 速度控制卡的脉冲输出的分频比 分频比 = $(1+n)/m$ , 其中 $(n=0, m=1-32)$ F1-06 = $\frac{\square}{n} \frac{\square}{m}$ n m 仅在使用 PG 速度控制卡 PG-B2 时有效, 分频比的设定范围可为 $1/32 \leq F1-06 \leq 1$	1~132	1
F1-07	加减速中的积 分动作选择	设定加减速中积分动作的有效/无效 0: 无效 (加减速中积分功能不动作, 恒速时动作) 1: 有效 (积分功能常时动作)	0, 1	0
F1-08	过速 (OS) 检 出值	设定过速 (OS) 的检测方法: F1-08 设定值 (以最高输出频率为 100%, 以 % 为单位	0~120	115%
F1-09	过速 (OS) 检 出时间	设定) 以上的频率持续时间超过 F1-09 设定的时间值时, 将检出过速	0.0~2.0	0.0sec *

续表

参数 NO	名 称	内 容	设定范围	出厂设定
F1-10	速度偏差过大 (DEV) 检出值	设定速度偏差过大 (DEV) 的检测方法： F1-010 的设定值 (以最高输出频率为 100%，以 % 为单位设定) 以上的速度偏差持续时间超过 F1-011 设定的时间时，将检出速度偏差过大； 速度偏差是指电动机实际速度与指令速度的差值	0~50	10%
F1-11	速度偏差过大 (DEV) 检出时间		0.0~10.0	0.5sec
F1-12	PG 齿轮齿数 1	设定电动机和 PG 间齿轮的齿数 (减速比) $\frac{\text{来自 PG 的输入脉冲数} \times 60}{F1-01} \times \frac{F1-13}{F1-12}$ 任何一方被设定为 0 时，减速比为 1。	0~1000	0
F1-13	PG 齿数齿数 2			0
F1-14	PG 断线检出时间	以秒为单位设定 PG 断线的检测时间	0.0~10.0	2.0s

### (1) 设定 PG 脉冲数。

以 p/r 为单位设定 PG (脉冲发生器/编码器) 的脉冲数。给 F1-01 设定电动机每旋转 1 周的 A 相或 B 相的脉冲数。

### (2) 使 PG 旋转方向和电动机旋转方向一致

F1-05 是用于使 PG 的旋转方向和电动机旋转方向一致的参数。旋转方向的设定如图 7-24 所示。电动机正转时，设定 PG 的输出是 A 相超前还是 B 相超前。在使用 PG-B2 或 PG-X2 时设定。

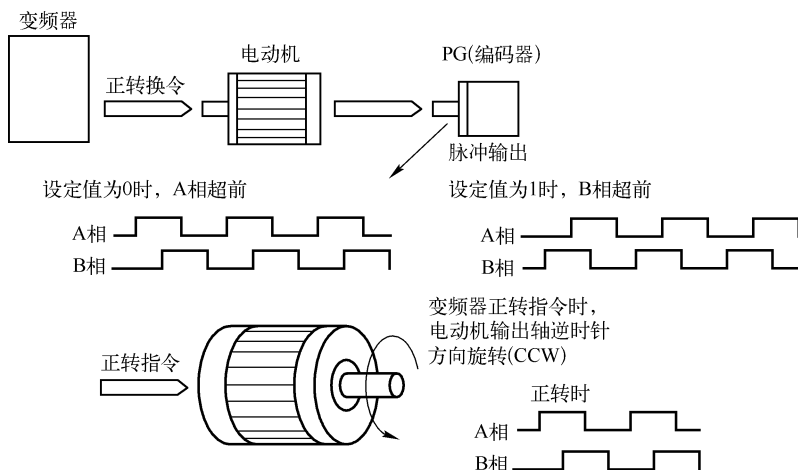


图 7-24 PG 旋转方向的设定

通常，从输入轴侧来看时，如果 PG 为顺时针方向 (CW) 旋转，则为 A 相超前。另外，输出正转的指令时，电动机从输出侧来看为逆时针 (CCW) 旋转。因此，通常在电动机正转时，将 PG 安装于负载侧时为 A 相超前，安装于反负载侧时为 B 相超前。

### (3) 设定 PG 和电动机间的齿数。

给 F1-12、F1-13 设定 PG 齿轮的齿数。电动机与 PG 间有齿轮时，可通过设定齿数

使电动机运行。

当设定齿数时，在变频器内部按照以下公式对电动机转速进行计算。

(4) 使加减速中的电动机速度和频率指令一致。

可选择加减速中积分动作的有效/无效（仅带 PG 的 V/F 控制有效）。在加减速状态下，为了使电动机速度与频率指令一致，将 F1-07 设定为 1。

(5) 设定 PG 脉冲监视输出的分频比。

仅在使用 PG 速度控制卡 PG-B2 时有效。通过 F1-06 的设定，设定 PG 脉冲监视输出分频比。设定值的首位数用 n、下位 2 位数用 m 来表示。分频比公式如下所示。

$$(\text{分频比} = (1+n)/m)$$

分频比可在  $1/32 \leq F1-06 \leq 1$  的范围内进行设定。例如，分频比为 1/2（设定值 2）时，则来自 PG 脉冲数的一半脉冲成为监视输出。

(6) 检出 PG 断线。

选择 PG 电缆断线（PGO）的检出时间和检出到电缆断线后的停止方法。

当在变频器指令设定为 1% 以上的状态下运行变频器时（直流制动中除外），来自 PG 的速度反馈为 F1-14 的设定时间为 0 以上时，将检出 PG 断线。

(7) 检出电动机过速。

电动机的转速超出了规定时进行故障检出。F1-08 设定值以上的频率持续超过 F1-09 的设定时间时，检出过速（OS）。检出过速（OS）后，变频器按照 F1-03 的设定停止。

(8) 检出电动机和速度指令的速度差。

速度偏差（电动机的实际速度与指令速度的差）过大时将进行故障检出。速度指令与电动机实际速度之差在 L4-02 的设定值内，检出到速度一致后，F1-10 设定值以上的速度偏差连续超过 F1-11 以上时，将检出速度偏差过大（DEV）。检出速度偏差过大（DEV）后，变频器将根据 F1-04 的设定停止运行。

## 7.5 高性能矢量变频器安邦信 G9 的部分参数设置

### 7.5.1 安邦信 G9 的基本参数设置

#### 1. 运转方式的选择

运转方式的选择（F002）如表 7-44 所示。

表 7-44 安邦信参数 F002 功能

设 定	运 行 指 令	频 率 指 令
0	键盘	键盘
1	外部端子	键盘
2	键盘	外部端子（键盘电位器）
3	外部端子	外部端子
4	键盘	串行通信
5	外部端子	串行通信

续表

设 定	运 行 指 令	频 率 指 令
6	串行通信	串行通信
7	串行通信	键盘
8	串行通信	外部端子

## 2. 输入电压（F003）

变频器输入电压设定。输入电压在国内使用的设为 400V。

## 3. 停止方式的选择（F004）

停止方式的选择（F004）如表 7-45 所示。

表 7-45 选择合适的停止方式

设 定	说 明
0	减速停车（出厂设定）
1	自由停车
2	随定时器 1 自由停车
3	随定时器 2 自由停车

（1）减速停车（F004=0）。

减速停车如图 7-25 所示。

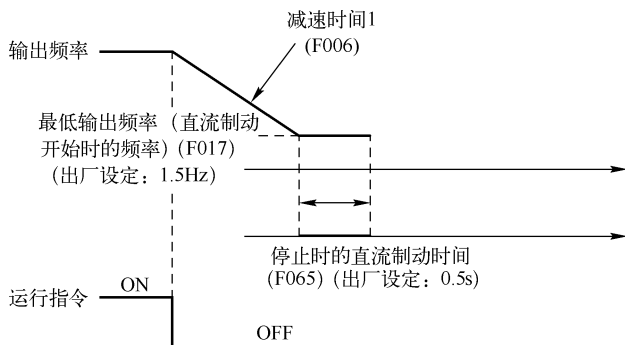


图 7-25 减速停车

正向/反向运行命令撤消时，电动机以减速时间 1（F006）的设定时间减速，而且在停止前立即施加直流制动。如果减速时间短或负载惯性大，在减速时可能会产生过压（OV）故障。在这种情况下，可以增加减速时间或安装一个可选的制动电阻器。

制动转矩：无制动电阻，约 20% 的电动机额定转矩；

有制动电阻，约 150% 的电动机额定转矩。

（2）自由停车（F004=1）。

变频器在运行过程中，接收到停车命令后，立即封锁 PWM 输出，电动机实现自由停车。如图 7-26 所示。撤销正向（反向）运行命令时电动机开始自由停车。

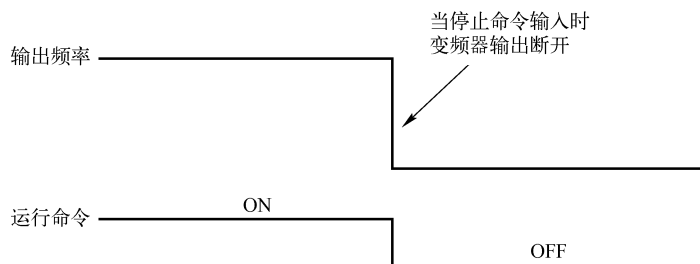


图 7-26 自由停车

(3) 附定时器 1 自由停车 (F004=2)。

选择加速/减速时间 1 的举例如图 7-27 所示。

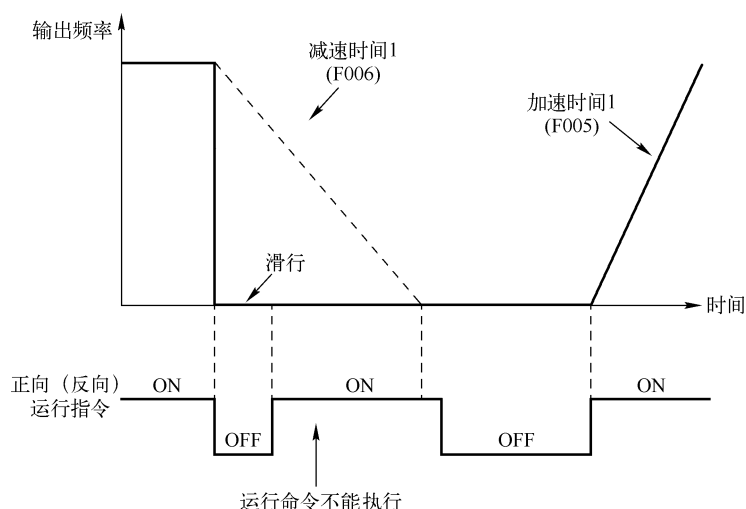


图 7-27 附定时器 1 自由停车

自由运转停止后，在从接受停止命令开始到减速停止所需要时间之间不运行。经过减速停止直至再次施加运行指令才开始再启动运行。但是小于中断输出最小时间 (F069) 时，在中断输出最小时间内不运行。

(4) 附定时器 2 自由停车 (F004=3)。

选择加速/减速时间 1 的举例如图 7-28 所示。

在自由停车过程中，再加入运行指令，此时变频器不动作，须等待超过减速时间后，变频器再以加速时间启动运转，但是减速时间设定小于中断输出最小时间时 (F069)，在中断输出最小时间内运转指令无效。

#### 4. 加减速时间设定 (F005~F008)

使用多功能端子输入选择 (F041、F042、F043、F044 或 F045) 设定为 12 (加减速时间的切换)，并通过加速/减速时间切换 (端子 S2、S3、S4、S5 或 S6) 的 ON/OFF 来选择加速/减速时间，如图 7-29 所示。



OFF: F005 (加速时间 1), F006 (减速时间 1)。ON: F007 (加速时间 2), F008 (减速时间 2)。参数 F005~F008 的功能如表 7-46 所示。

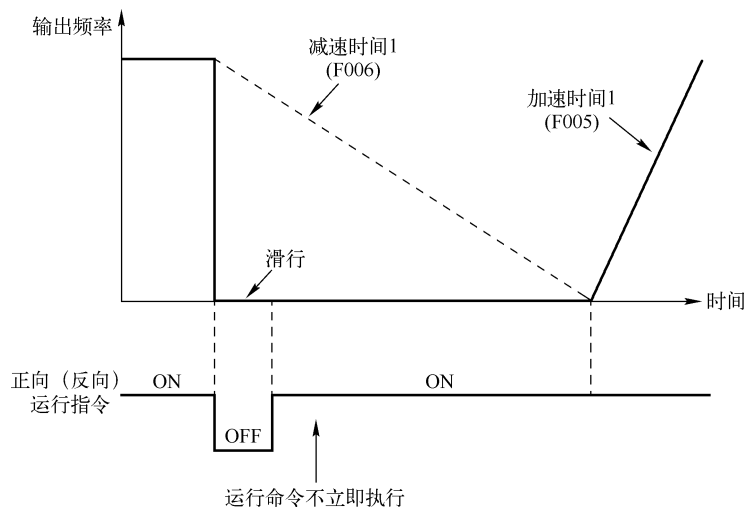


图 7-28 附定时器 2 自由停车

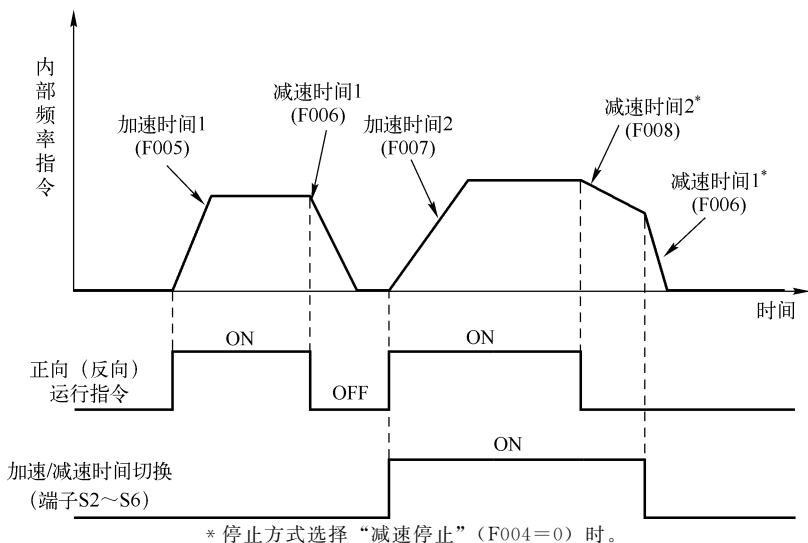


图 7-29 加/减速时间设定

表 7-46 参数 F005~F008 的功能介绍

参数号	名 称	单 位	设定范围	出厂设定
F005	加速时间 1	0.1s (1000s 以上时为 1s)	0.0~3600s	10.0
F006	减速时间 1	0.1s (1000s 以上时为 1s)	0.0~3600s	10.0
F007	加速时间 2	0.1s (1000s 以上时为 1s)	0.0~3600s	10.0
F008	减速时间 2	0.1s (1000s 以上时为 1s)	0.0~3600s	10.0

注：加速时间：设定输出频率由 0 达到 100%所需的时间。

减速时间：设定输出频率由 100%达到 0 所需的时间。

### 5. V/F 曲线设定 (F010 ~ F018)

F010——V/F 曲线选择

F011——电动机额定电压

F012——最高输出频率

F013——最大电压

F014——基频

F015——中间输出频率

F016——中间频率电压

F017——最低输出频率

F018——最低输出频率电压

参数 F010 设定 V/F 模式。该系列变频器的输出频率范围为 0~400Hz，基频为 0.2~400Hz，覆盖整个频率范围，可与各种特性的电动机相匹配。基频频率范围如图 7-30 所示。

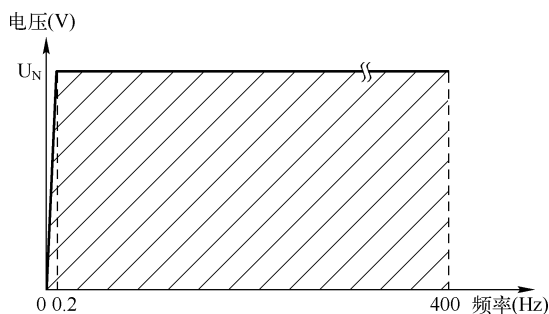


图 7-30 基频频率范围

F010=0~E：可选择固定的 V/F 模式。

F010=F：可设定任意的 V/F 模式。

#### (1) 固定的 V/F 模式。

固定的 V/F 模式如表 7-47 所示，分别对应于 F010=0~E。其中，压频模式 4~7 较适用于风机泵类负载；其余模式适用于通用负载；而压频模式 8~B 较适用于线路压降较大或电动机额定容量远小于变频器容量的场合。使用时可按电动机的电压频率特性额定输出电压  $U_N$  对应的频率及电动机最高转速选取。

#### (2) 任意 V/F 模式。

当用于高速电动机、注塑机等场合或机械设备需要专门的转矩调节时，需要按要求设定专用 V/F 模式。

设定参数 F012~F018 时一定要满足下列条件： $F017 \leq F015 \leq F014 \leq F012$ ，如图 7-31 所示。

参数 F012~F018 的功能如表 7-48 所示。

表 7-47 固定的 V/F 模式 (F010=0~E)

F010	种类	特征	V/F 模式	F010	种类	特征	V/F 模式
0	基频以下恒转矩	最大频率 50Hz, 基频 50Hz		8	转矩提升	启动转矩小	
				9		启动转矩大	
1		最大频率 60Hz, 基频 60Hz		A		启动转矩小	
2		最大频率 60Hz, 基频 50Hz		B		启动转矩大	
3	递减转矩	最大频率 72Hz, 基频 60Hz		C	基频以下恒转矩, 基频以上恒功率	最大频率 90Hz, 基频 60Hz	
4		最大频率 50Hz, 基频 50Hz		D	基频以下恒转矩, 基频以上恒功率	最大频率 120Hz, 基频 60Hz	
5		2 次方递减					
6		最大频率 60Hz, 基频 50Hz		E		最大频率 180Hz, 基频 60Hz	
7		2 次方递减					

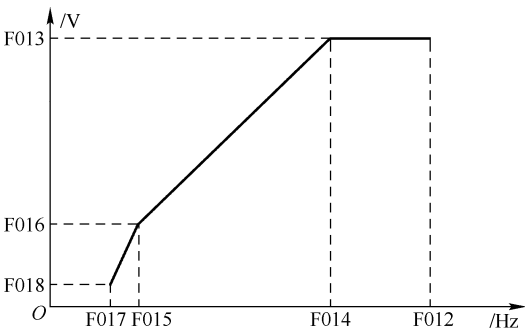


图 7-31 设定参数 F012~F018 时满足的条件

表 7-48 参数 F012~F018 的功能介绍

参数号	名 称	单位	设 定 范 围	出 厂 设 定
F012	最高输出频率	0.1Hz	50.0~400.0Hz	60.0Hz
F013	最大电压	0.1V	0.1~400.0V	400.0V
F014	基频	0.1Hz	0.2~400.0Hz	50.0Hz
F015	中间输出频率	0.1Hz	0.1~399.9Hz	3.0Hz
F016	中间频率的输出电压	0.1V	0.1~510.0V	30.0V
F017	最低输出频率	0.1Hz	0.1~10.0Hz	1.5Hz
F018	最低输出频率的输出电压	0.1V	0.1~100.0V	20.0V

需要注意的是随着 V/F 模式电压的增加会使电动机转矩增加，但是过多的增加会引起下列情况：

- 由于电动机过励磁而使变频器工作不正常；
- 电动机过热或振动过大；
- 在增加电压时，要一边检测电动机电流，一边渐进增加电压。

6. 电动机旋转方向选择（F019 ~ F020）

（1）正转指令的方向选择（F019）。

F019 设定为 0：正转指令时，电动机的转向由负载侧来看为逆时针方向。

F019 设定为 1：正转指令时，电动机的转向由负载侧来看为顺时针方向。

（2）反转禁止选择（F020）。

“反转禁止选择”的设定是指不接收控制电路端子或键盘发出的反向运行指令。该设定用于反向运行指令会产生问题的应用场合，如表 7-49 所示。

表 7-49 参数 F020 的设定

F020 的设定	说 明
0	可以反向运行
1	不可以反向运行

7.5.2 安邦信 G9 的保护参数设置

1. 电动机保护功能选择（F030 ~ F031）

变频器用内部的电子热过载继电器保护电动机不过载，当我们使用时要进行以下正确设定。

(1) 电动机额定电流 (F030)。

设定成电动机铭牌上的额定电流值。

(2) 电动机过载保护的选择 (F031)。

电动机过载保护的选择 (F031) 如表 7-50 所示。

表 7-50 参数 F031 的设定

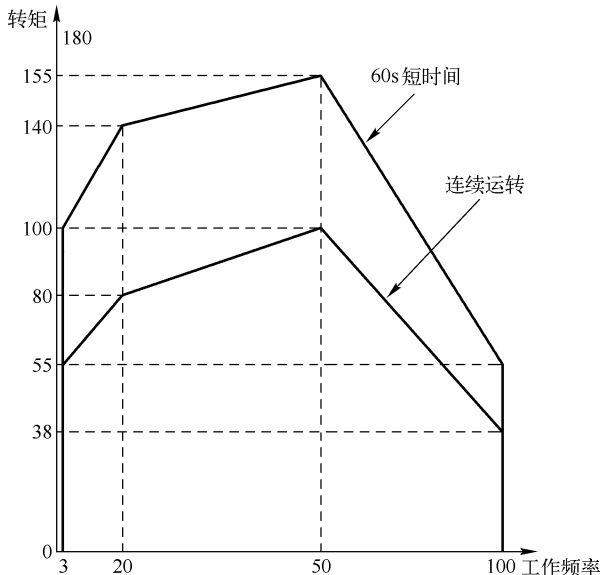
设 定	电子热过载特性
0	不保护
1	标准电动机 (时间常数 8 分钟) (出厂设定)
2	标准电动机 (时间常数 5 分钟)
3	专用电动机 (时间常数 8 分钟)
4	专用电动机 (时间常数 5 分钟)

电子热过载功能是依据变频器输出电流/频率和时间的模拟来监视电动机温度, 保护电动机免遭过热的, 当电子热过载继电器动作时, 发出一个“OL1”错误, 关断变频器输出, 防止电动机过热, 当一台变频器带动一台电动机运转时, 不需要外部热继电器, 当一台变频器带动几台电动机运转时, 应在每个电动机上安装一个热继电器。在这种情况下, 设定常数 F031 为 0。

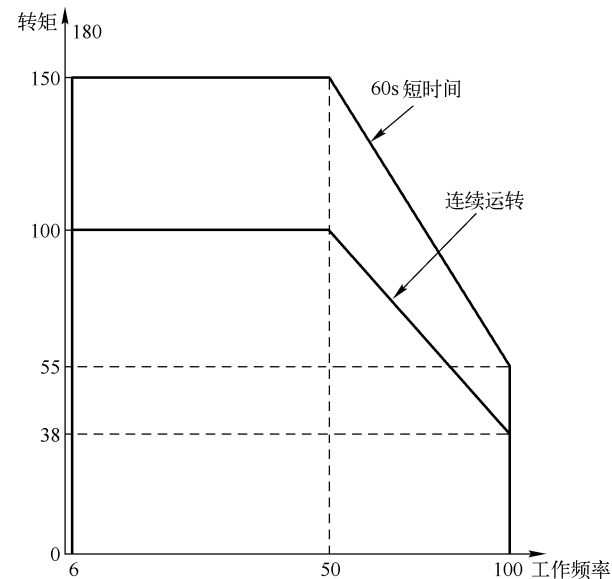
(3) 标准电动机和变频器专用电动机。

感应电动机依据其冷却能力分为标准电动机和变频器专用电动机, 变频器的热过载保护温度的模拟特性是不同的, 如表 7-51 所示。

表 7-51 标准电动机和变频器专用电动机

	冷却效果	转矩特性	电子热过载
标准电动机	在市电 50/60Hz 运转时有冷却效果	 <p>基频 50Hz (50Hz, 380V 输入电压的 V/F 特性) 低速运转时, 为了阻止电动机温度上升必须限定负载</p>	当在 100% 负载, 50/60Hz 或更低, 出现“OL1”故障 (继续运转时则产生电动机热过载保护)

续表

	冷却效果	转矩特性	电子热过载
变频器 专用电动机	甚至在低速 (约 6Hz) 运转 时仍有冷却 效果	 <p>基频 50Hz (50Hz, 380V 输入电压的 V/F 特性) 使用一个变频器专用电动机, 以便在低速时继续运转</p>	在 100% 负载 50/60Hz 或更 低时继续转, 该电子型热过 载保护仍不动 作

2. 输出频率限制 (F032 ~ F033)

输出频率限制设定如图 7-32 所示。

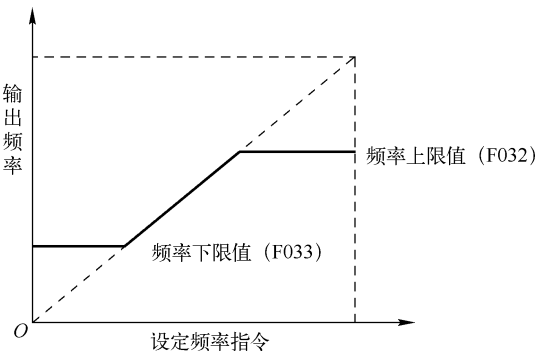


图 7-32 频率指令设定

(1) 输出频率上限值 (F032)。

以 1% 为单位设定频率指令的最大值。最高输出频率 F012 为 100%，当设定的频率上限大于最高输出频率 F012 时，则运转不进行。

(2) 输出频率下限值 (F033)。

以 1% 为单位设定频率指令的最小值。最高输出频率 F012 为 100%，当频率指令为 0 时，变频器仍在频率给定的下限值下继续运转。然而，当设定的频率下限值小于最低输出频率 (F017) 时，则运转不进行。

### 3. 过热停止方法选择（F034）

F034 设定为 0：减速停止（减速时间 1）；

F034 设定为 1：自由停止；

F034 设定为 2：减速停止（减速时间 2）；

F034 设定为 3：继续运转（警告表示）。

## 7.5.3 安邦信 G9 的外部端子和检测功能设置

### 1. 外部端子控制多功能输入选择（F041～F045）

多功能输入端子 S2～S6 的功能可以各自按需要通过设定参数 F041～F045 来改变。对不同的参数不能设定相同的值。多功能输入设定值如表 7-52 所示。

F041 设定端子 S2 功能；

F042 设定端子 S3 功能；

F043 设定端子 S4 功能；

F044 设定端子 S5 功能；

F045 设定端子 S6 功能。

表 7-52 多功能输入表

设定	名 称	说 明
0	反向运行指令（2 线式顺序控制）	仅参数 F041 可以设定
1	正向/反向运行指令（3 线式顺序控制）	仅参数 F041 可以设定
2	外部故障（常开接点输入）	当外部故障信号输入时变频器为故障停止，切断输出。键盘显示“EF2～EF6”对应于端子 S2～S6
3	外部故障（常闭接点输入）	
4	故障复位	故障复位，运行指令输入时不允许故障复位
5	本机/远控选择	见参数 F021 的说明
6	串行通信/控制回路端子选择	
7	紧急停止	当紧急停止输入时是以减速时间 2（F008）减速停止
8	主频指令输入电平选择	可以选择主频指令输入电平（断开为电压输入，闭合为电流输入）
9	多段速度指令 1	见参数 F025～F028 的说明
10	多段速度指令 2	
11	点动频率选择	见参数 F029 的说明
12	加速/减速时间选择	见加速/减速时间参数
13	自由停车封锁指令（常开接点输入）	自由停止信号，当该信号输入时电动机开始自由停止，键盘闪烁显示“bb”
14	自由停车封锁指令（常闭接点输入）	
15	自由停车再启动从最高频率开始搜寻	速度搜寻指令信号
16	自由停车再启动从频率指令开始搜寻	
17	参数设定许可/禁止	可以选择由键盘或串行通信进行参数设定的许可/禁止（闭合时禁止，断开时许可）
18	PID 积分值复位	见 PID 控制参数
19	取消 PID 控制	

续表

设定	名 称	说 明
20	定时器功能	见定时器参数
21	OH3（变频器过热报警）	该信号输入时，键盘闪烁显示“OH3”，变频器继续运转
22	模拟量指令取样/保持	闭合时模拟量频率指令取样，断开时为保持
23	运行状态给定中断指令（常开接点输入有效）	使用在纤维行业等特殊用途
24	运行状态给定中断指令（常开接点输入有效）	
25	UP/DOWN（上升/下降）指令	仅参数 F045 可以设定
26	串行通信回路测试	仅参数 F045 可以设定

备注：出厂设定：F041=0，F042=2，F043=4，F044=9，F045=10。

## 2. 多功能输出选择（F046，F047）

多功能接点输出端子 MA，MB 和 M1 的功能可以按照需要通过设定参数 F046、F047 来改变。多功能输出参数的设定如表 7-53 所示。

参数 F046 设定端子 MA 和 MB 功能；参数 F047 设定端子 M1 功能。

表 7-53 多功能输出选择

设定	名 称	说 明
0	故障	变频器发生故障时闭合
1	运行中	当输入正向或反向运行指令或者变频器有电压输出时闭合
2	频率一致	当输出频率与频率指令一致时闭合
3	任意频率一致	当输出频率与所设定的任意频率检测值（F057）一致时闭合
4	频率检测 1	输出频率 $\leq$ 频率检测基准，见频率检测说明
5	频率检测 2	输出频率 $\geq$ 频率检测基准，见频率检测说明
6	过转矩检测（常开接点）	见过转矩检测的说明
7	过转矩检测（常闭接点）	见过转矩检测的说明
8	自由停止	当变频器外部输出断开时闭合
9	运转方式	当选择了来自键盘的运行指令或频率指令时闭合
10	变频器运行准备	当变频器未发生故障并且可以运转时闭合
11	定时器功能	见定时器说明
12	自动重新启动	故障重试运转期间闭合
13	OL（过载）预报警	变频器和电动机的过载保护动作前，若变频器输出电流持续 48 秒送出 150%额定电流，或已超过电动机过载保护时间的 80%，输出一个报警信号
14	频率指令丢失	当检测到频率指令迅速下降时，输出一个报警信号。如果控制电路端子输入频率指令值在 400ms 内下降了 90%以上，则频率指令值丢失
15	从串行通信来的数据输出	通过传送（MODBUS）发来的指令使接点输出动作，而和变频器运转无关
16	PID 反馈丢失	当设定 PID 控制方式时，检测出反馈迅速减少，接点输出动作。当反馈值减少到小于检测电平（F093），且时间比反馈丢失检测时间（F094）长时，进行检测，而变频器继续运转
17	OH1 报警	散热器过热时闭合，键盘闪烁显示“OH1”

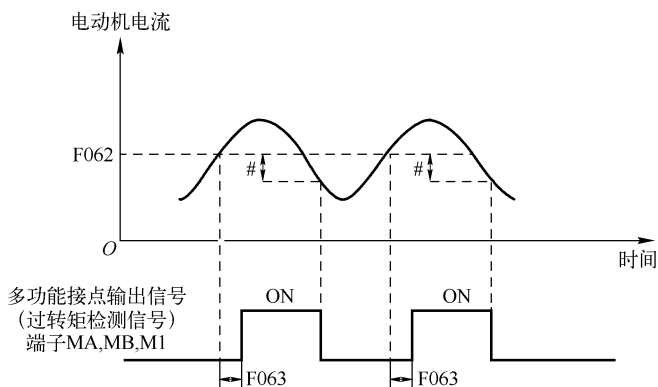


### 3. 过转矩检测 (F061 ~ F063)

如果过重的负载加于机械设备上, 可以通过多功能输出端子 MA、MB 和 M1 的报警信号输出来检测输出电流的增加, 如图 7-33 所示。

为了输出过转矩检测信号, 可设定多功能端子输出, 选择 F046 或 F047 对转矩进行检测, 以常开或常闭接点的形式输出。

设定: 6 (常开 (a) 接点) 或 7 (常闭 (b) 接点)。



注: # 指过转矩检测期间的释放宽度 (迟滞作用) 为变频器额定电流值的 5%。

图 7-33 过转矩检测

(1) 过转矩检测功能的选择 (F061)。

过转矩检测功能的选择参数如表 7-54 所示。

表 7-54 参数 F061 的设定

设 定	说 明
0	不检测 (出厂设定)
1	恒速运行期间检测, 而且在检测后继续运行
2	运行期间检测, 而且在检测后继续运转
3	恒速运行期间检测, 而且在检测时变频器输出断开
4	运行期间检测, 而且在检测时变频器输出断开

- 为了在加速或减速期间检测过转矩, 设定成 2 或 4。
- 为了在过转矩检测后继续运转, 设定成 1 或 2。在检测期间, 键盘闪烁显示 “OL3” 报警。
- 为了过转矩检测时由故障暂停变频器, 设定成 3 或 4。在检测时键盘闪烁显示 “OL3” 报警。

(2) 转矩检测基准 (F062)。

以 1% 为单位设定过转矩检测的电流基准, 变频器额定电流为 100%。

(3) 过转矩检测时间 (F063)。

如果电动机电流超出过转矩检测基准 (F062) 的时间大于过转矩检测时间 (F063),

则过转矩检测功能动作。

#### 4. 制动电阻过热保护选择 (F079)

F079 设定 0: 制动电阻过热保护无效。

F079 设定 1: 制动电阻过热保护有效, 本功能未使用。

#### 5. 输入输出缺相检测 (F080 ~ F083)

(1) 输入缺相检测基准 (F080)。

输入缺相电压基准设定, 100% 对应 800V, 当设定为 100% 时本功能无效。

(2) 输入缺相检测时间 (F081)。

输入缺相检测时间设定, 检测时间 = 1.25 秒 × F081 值。

当输入电压低于 F080 的设定且时间长于 F081 的设定, 则显示故障。

(3) 输出缺相检测基准 (F082)。

输出电流缺相基准设定, 100% 对应额定电流。若设定为 100%, 本功能无效。

(4) 输出缺相检测时间 (F083)。

输出缺相检测出的时间设定。

当变频器电流低于 F082 的设定基准且时间长于 F083 的设定时, 则显示故障。

#### 6. PID 控制 (F084 ~ F094)

F084——PID 控制选择

F085——PID 反馈增益调整

F086——P 控制的比例增益

F087——I 控制的积分时间

F088——D 控制的微分时间

F089——PID 偏置

F090——积分 I 的上限值

F091——PID 的一次延迟时间常数

F092——PID 反馈丢失检测的选择

F092 设定为 0: PID 反馈丢失时不送出检测信号。

F092 设定为 1: PID 反馈丢失时送出检测信号。

F093——反馈丢失的检测基准

F094——反馈丢失的检测时间

需要进行 PID 控制, 首先要将进行 PID 控制功能选择 (F084) 设定为 1~3, 如表 7-55 所示。

表 7-55 参数 F084 的设定

设 定	说 明
0	无 PID 控制功能
1	PID 控制, 反馈的偏差用 D 值控制
2	PID 控制, PID 反应用 D 值控制
3	PID 控制, PID 反应用 D 值控制, 反馈信号为逆向特性

然后按照下述选择 PID 控制预期值或检测值按照如下设定：

(1) 预期值的设定。

设定预期值时可以使用控制电路端子 VS 电压信号（0~10V）或频率指令参数 F025~F029。

- 控制电路端子 VS 电压信号：设定运转方式选择（F002）为 2 或 3。
- 频率指令参数（F025~F029）：设定运转方式选择（F002）为 0 或 1。

(2) 检测值的设定。

设定检测值时可以使用控制电路端子 IS 电流信号（4~20mA）或电压信号（0~10V）。

- 控制电路端子 IS 电流信号：设定 IS 功能选择（F036）为 1。
- 控制电路端子 IS 电压信号：设定 IS 功能选择（F036）为 0。（去掉控制板上的跳线 JP3）。

图 7-34 展示了 PID 控制的框图。

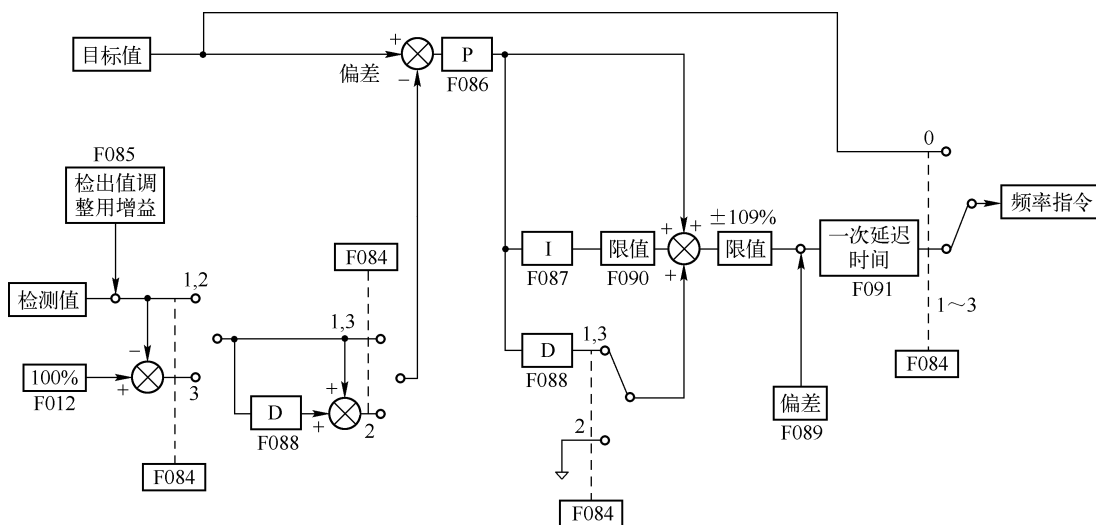


图 7-34 PID 控制的框图

## 7.6 艾默生 TD1000 矢量变频器部分参数设置

### 7.6.1 艾默生 TD1000 的基本运行功能参数

#### 1. F000 运行频率的设定方式

F000 运行频率的设定范围为 0~9。

0：数字设定 1。

由 F001 码直接进行数字设定运行频率（运行中也可用触摸面板的  $\wedge$ 、 $\vee$  键来改变，但修改后的频率值并不立即存储到 F001 中，只有在控制电源掉电（PoFF）时才自动存储在 F001 中）。

1: 数字设定 2, 初始频率为零频, 在运行中可用控制端子 UP/DOWN-COM 的通断来改变运行频率。STOP 后再运行时为零。Poff 后, 修改后的频率值不存储在 F001 中。

2: 模拟电压端子 (VCI-GND) 设定, 输入电压范围: DC 0~10V。

3: 模拟电流/电压端子 (CCI-GND) 的电压/电流输入设定, 范围为 4~20mA/DC 0~10V (由短路块切换)。

4: 采用上位计算机串行通信设定。

5: 数字设定 3, 由 F001 直接进行数字频率设定, 在运行/停机过程中可用触摸面板  $\wedge$  与 V 键来改变, 但不修改码 F001 的内容, 在 Poff 时也不存储。

6: 数字设定 4 起始频率为零, 在运行过程中可用外部控制端子 UP/DOWN-COM 的通断来设定运行频率, 但 STOP 后再运行时保持 STOP 前的频率。

7: 操作面板频率设定电位计设定 (电位计设定指示灯亮)。

8: VCI+CCI 设定, 频率设定由 VCI 和 CCI 的和确定。

9: VCI-CCI 设定, 频率设定由 VCI 和 CCI 的差确定。

10: VCI+(CCI-5V/10mA) 设定, 频率由 VCI 和 CCI 的和设定, 能够实现 5V 或 10mA 的偏置。

说明: 在选择 CCI-GND 作为电压/电流输入时, 必须将控制板上电压/电流选择插件 CN10 的跳线作适当选择, 选择电压输入时, 应选择 V 侧, 选择电流输入时, 应选择 I 侧。

## 2. F002 运行命令的选择

F002 的设定范围: 0, 1, 2。

设定变频器在停机状态接受运行命令: 启动、停止、正转、反转、点动等的物理通道。

0: 操作面板运行控制有效, 电动机的启动和停止由操作面板 RUN、STOP 键控制。

1: 控制端子控制有效。用控制端子 FWD/REV-GND/COM 通断控制电动机的启动和停止。把 (X1~X5) 定义为点动端子进行点动控制 (见 F067~F071)。

2: 上位机控制。通过串口 RS-485, 上位机控制电动机启动、停止、正转、反转。

说明: 操作面板上的 STOP 键可选为在三种方式时都有效 (F005=1 时), 在操作面板控制方式下, 按 STOP 键, 变频器按照停机方式停机。

在控制端子和上位机控制方式下, 按 STOP 键, 变频器则紧急停止 (封锁输出), 并显示 E015 (外部设备故障) 报警信号; 在 0、1、2 三种情况下, STOP 键均作为失速情况下的紧急停止 (EMS) 和故障复位键 RESET。F005=0 则 STOP 键在控制端子和上位机控制方式下。

## 3. F003 运行方向的设定

F003 运行方向的设定范围为 0、1。

采用操作面板控制时, 运行键 RUN 的运转方向设置: 0 为正转, 1 为反转。

#### 4. F004 最大输出频率

设定范围：MAX {50.00~上限频率} ~400.0Hz。

#### 5. F007 V/F 曲线控制模式

设定值为：0、1，0：线性电压/频率控制模式，如图 6-2 中曲线 0；1：平方电压频率控制模式，如图 7-35 中曲线 1。

在这里需要注意的是一般通用负载，可选 0，风机水泵等平方转矩负载可选 1。

#### 6. 加减速设定

F009 加速时间 1 设定范围为 0.1~3600s；

F010 减速时间 1 设定范围为 0.1~3600s。

加速时间是指变频器从零加速到最高频率所需时间，如图 7-36 中的  $t_1$ 。减速时间是指变频器从最高频率减至零所需时间，如图 7-36 中的  $t_2$ 。

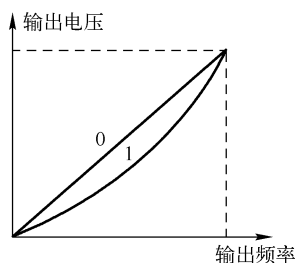


图 7-35 V/F 曲线

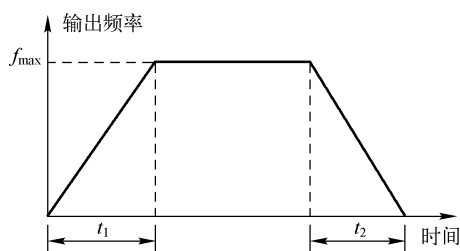


图 7-36 加减速时间定义

#### 7. 电动机过载保护方式的选择

(1) F018 设定范围：0、1、2（电动机过载保护方式）。

0：不动作。没有电动机过载保护特性（谨慎采用），此时，变频器对负载电动机没有过载保护；

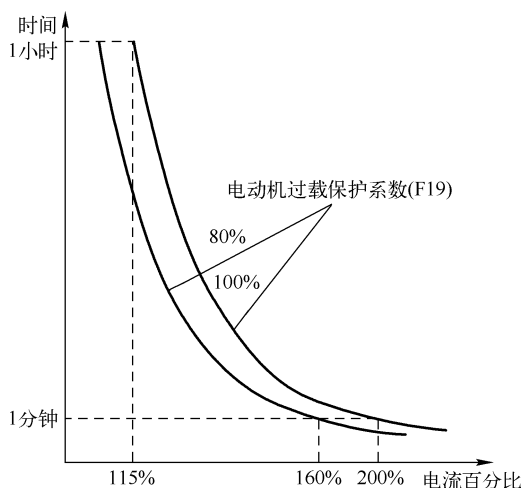


图 7-37 电动机过载保护系数设定

1：普通电动机（带低速补偿）。由于普通电动机在低速情况下的冷却效果变差，相应的电子热保护值也作适当调整，这里所说的带低速补偿特性就是把低速运行下的电动机过载保护阈值下调。

2：变频电动机（不带低速补偿）。

由于变频专用电动机的冷却不受转速影响，不需要低速运行时的保护值调整。

(2) F019 设定范围：20.0%~110%（电动机过载保护系数）。

为了对负载电动机实施有效的过载保护，有必要对变频器的允许输出电流的最大值作必要的调整，如图 7-37 所示。

该调整值可由下面的公式确定：电动

机过载保护系数值=允许最大负载电流变频器额定输出电流 $\times 100\%$ 。一般定义允许最大负载电流为负载电动机的额定电流。

### 7.6.2 艾默生 TD1000 的辅助功能参数

#### 1. F037 防反转选择设定范围：0、1

0：不动作允许变频器正/反转；

1：动作禁止变频器反向运转。

#### 2. F039 停机方式设定范围：0、1、2、3

0：减速停止。变频器接到运行停止命令后，按照减速时间逐渐减小输出频率而最后停机。如果需要能耗制动，可以在此过程中自动加入。

1：自由运行停止变频器接到运行停止命令后，立即中止输出，负载按照机械惯性自由停止。

2：减速停止+直流制动变频器接到运行停止命令后，按照减速时间逐渐减小输出频率，一旦到达某一频率（F040 定义）时，即开始直流制动，然后停止（制动电压和时间在 F041、F042 中定义）。

3：定频抱闸。给定运行频率低于某一频率（F040 定义）时，即开始抱闸（直流制动，制动电压由 F041 定义），当给定频率大于 F040 定义值时，抱闸取消，变频器恢复正常运行。F042 的定义时间对定频抱闸不起作用。

F042 停机直流制动时间，设定范围：0~30s。F041 停机直流制动电压，设定范围：0~30% $\times$ 额定电压。

F040 设定范围：0~60Hz。

#### 3. 过压和过流失速功能设定

(1) 过压失速功能（如图 7-38 所示）。

F046 过压失速功能选择，设定范围：0、1；F047 失速过压点，设定范围：120~150% $\times$ 直流母线电压基准值。

0：禁止；1：允许

变频器减速运行过程中，由于负载惯性的影响，可能会出现电动机转速的实际下降率低于输出频率的下降率，此时电动机会回馈电能给变频器，造成变频器直流母线电压升高，如果不采取措施，在一分钟内电压持续大于过压点，则会出现过压跳闸。过压失速保护功能是在变频器减速运行过程中通过检测母线电压，并与 F047 的失速过压点比较，如果超过比较点，即让变频器输出频率停止下降，当再次检测母线电压低于标准值后，再实施减速运行，如图 7-38 所示。

(2) 过流失速功能。

F048 失速过流点，设定范围：20~150% $\times$ 变频器额定输出电流。

变频器在加速运行的过程中，由于加速时间与电动机惯量不匹配或负载惯量的突变，会出现电流急升的现象，失速过流保护则是通过检测变频器的输出电流，并与失速过流点进行比较，当实际电流达到失速过流点时，变频器输出频率停止上升，直到电流正常后，再继续加速。如果电流大于过流点持续一分钟，则出现过流跳闸，如图 7-39 所示。

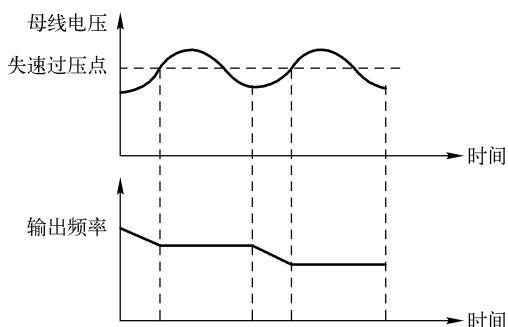


图 7-38 过压失速功能

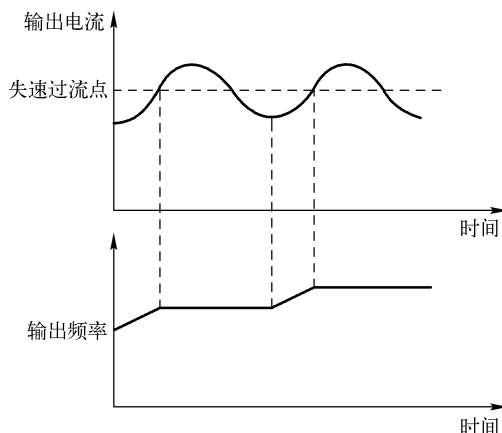


图 7-39 失速过流保护

### 7.6.3 艾默生 TD1000 的闭环控制功能

#### 1. 用通用变频器组成的反馈控制系统

利用内置 PID 功能，可以组成如图 7-40 所示的闭环控制系统。

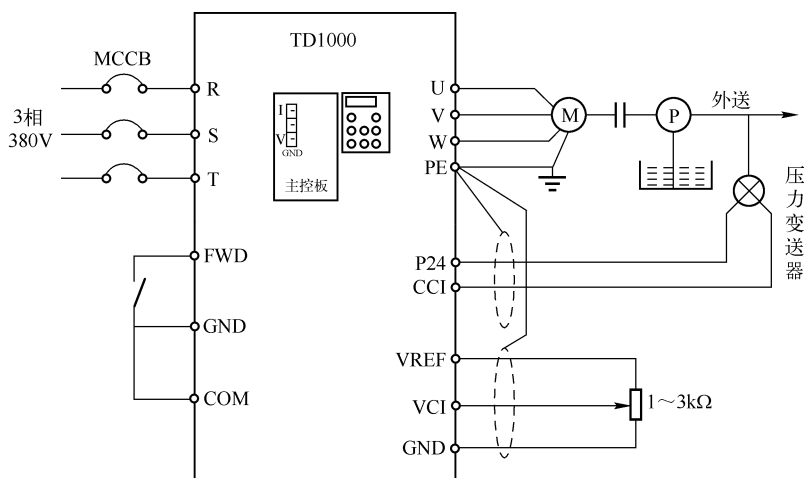


图 7-40 内置 PID 反馈控制系统示意图

在这里，压力给定量用电位器设定，而压力反馈以  $4\sim 20\text{mA}$  电流的形式从 CCI 口输入。也可以用 TG（测速发电机）组成速度闭环控制系统，只是对测速发电机输出信号应选择直流  $0\sim 10\text{V}$  输出。

#### 2. 闭环控制功能码参数

功能码 F051~F062 支持上述闭环控制功能。

(1) F051 闭环控制功能选择设定范围：0、1。0：不选择闭环控制功能时，功能码 F052~F062 不显示；1：选择模拟反馈的闭环控制功能。包含采用测速发电机的速度闭环。

(2) F052 给定量通道选择设定范围：0、1、2、3。

0：由操作面板数字给定；

1：由 VCI 模拟电压给定（0~10V）；

2：由 CCI 模拟电压 0~10V/0~20mA 模拟电流给定（由 CN10 跳线选择）；

3：由上位机通过 RS-485 给定。

(3) F053 给定量数字设定设定范围：0~10V。

用操作面板、上位机对数字给定值进行定义，0~10V 对应于最大给定量的 0~100%。本功能仅在 F051=1（选择模拟闭环控制）和 F052=0、3（用操作面板或上位机进行数字给定）时才有效。

(4) F054 反馈量输入通道选择设定范围：0、1。

0：由 VCI 模拟电压输入 0~10V；

1：由 CCI 模拟电压输入 0~10V 或模拟电流 0~20mA 输入（由 CN10 跳线选择）。

#### 7.6.4 艾默生 TD1000 的电动机特性参数

F087 额定频率（基频）设定范围为 0.1~400Hz；

F088 额定电压（变频器输出最大电压）设定范围：1~变频器额定输入电压；

F089 额定电流设定范围：0.1~999.9A。

需要注意的是基本运行频率是变频器输出最高电压时，对应输出频率最小值，如果基频设置过低，且长期运行可能会引起电动机过热甚至烧毁电动机；

## 7.7 中源矢量变频器部分参数的设置

### 7.7.1 中源矢量变频器的基本参数设置

#### 1. F106 控制方式设置范围

0：无速度传感器矢量控制，适用于通用的高性能驱动控制场合，一台变频器只能驱动一台电动机。

1：保留。

2：V/F 控制，适用于对快速性、控制精度要求不高的场合。

#### 2. 上下限频率

F111 可以设置变频器运行的最高频率；F112 可以设置变频器运行的最低频率。参数设置范围如表 7-56 所示。

表 7-56 上下限频率参数设置

F111 上限频率/Hz	设置范围：F113~650.0	出厂值：50.0Hz
F112 下限频率/Hz	设置范围：0.00~F113	出厂值：0.50Hz

变频器开始运行时从启动频率开始启动，运行过程中如果给定频率小于下限频率，则变频器一直运行于下限频率，直到变频器停机或给定频率大于下限频率。

需要注意的是上限频率和下限频率应根据实际受控电动机铭牌参数和运行工况谨慎设定，避免电动机长时间在低频下工作，否则会因过热而降低电动机寿命。



### 3. 目标频率

F113 目标频率 (Hz) 设置范围: F112~F111, 出厂值: 50.00Hz。

目标频率指的是预设频率, 即主频率源选择为“数字设定”时, 该功能码值为变频器的频率数字设定初始值, 在控制面板调速或者端子调速控制方式下, 变频器启动后将自动运行至该设定频率。

例如: 变频器上电后, 保持出厂值不变, 按控制面板上的“运行”键, 则变频器自 0Hz 运行至该功能码所设定的目标频率出厂值 50.00Hz。

### 4. 频率回避点 A、B 设置

F127/F129 频率回避点 A、B (Hz) 设置范围: 0.00~650.0。在电动机运行过程中, 有时在某个频率点附近会引起系统共振。为了避开共振, 特设置此参数。当输出频率为该参数设定值时, 变频器自动跳开该回避点频率运行。

### 5. F137 转矩补偿方式

设置范围:

0: 直线型补偿;

1: 平方型补偿;

2: 自定义多点式补偿;

3: 自动转矩补偿。

当 F137=0 时, 选择直线补偿, 适用于普通恒转矩负载;

当 F137=1 时, 选择平方曲线补偿, 适用于风机、水泵等类负载;

当 F137=2 时, 选择自定义多点曲线补偿, 适合于脱水机、离心机等特殊负载;

需要注意的是在对转矩补偿设置时对于较大负载, 建议增大此参数, 在负荷较轻时可减小此参数, 当转矩提升过大, 电动机容易过热, 变频器容易过电流, 请一边确认电动机电流一边缓慢进行设定。当 F137=3 选择自动转矩补偿时, 能自动调整低频时需要的力矩, 减小电动机转差率, 使转子转速接近同步转速, 同时可抑制电动机的震荡, 但需要用户准确设置电动机的功率、转速、级数、电动机的额定电流和定子电阻 (可通过变频器自动测量获得)。

### 6. F200 启动指令和 F201 停机指令来源设置

设置范围为 0: 控制面板指令; 1: 端子指令; 2: 控制面板+端子; 3: Modbus; 4: 控制面板+端子+Modbus。

F201 停机指令来源设置范围为 0: 控制面板指令; 1: 端子指令; 2: 控制面板+端子; 3: Modbus; 4: 控制面板+端子+Modbus。

参数设置如表 7-57 所示。

表 7-57 启动指令来源

F200 启动指令来源	设置范围: 0: 控制面板指令; 1: 端子指令; 2: 控制面板+端子; 3: Modbus 4: 控制面板端子+Modbus
F201 停机指令来源	设置范围: 0: 控制面板指令; 1: 端子指令; 2: 控制面板+端子; 3: Modbus 4: 控制面板端子+Modbus

F200、F201 选择变频器控制命令的来源。

变频器控制命令包括：启动、停机、正转、反转、点动等；

“控制面板指令”是指由控制面板的“运行”、“停/复”键给定启动、停机指令；

“端子指令”是由 F316-F323 定义的“运行”、“停机”端子给定启动和停机指令。例如，使用“端子指令”时，定义的“运行”端子与 CM 短接即可启动变频器。

当选择 F200=3、F201=3 时，运行命令由上位机通过通信方式给出。

当 F200=2、F201=2 时，则控制面板指令和端子指令同时有效，F200=4、F201=4 依次类推。

7. 方向给定方式

该功能码确定变频器的运行方向或与其他具有方向设定功能的调速方式共同确定变频器的运转方向，（当选择段速自动循环时，不受该功能码的限制）；

（1）当选择没有方向控制的调速方式时，变频器运行方向由该功能码确定，例如控制面板调速；

（2）当选择有方向给定的调速方式时，变频器的运转方向由两者共同确定，其原则是极性相加，例如一正向一反向，结果是变频器按反向运行，两个都是正向则变频器正向运行，如果两个设定都是反向则负负得正，变频器正向运行。参数如表 7-58 所示。

表 7-58 方向给定方式参数设定

	设置范围
F202 方向给定方式	0：正转锁定； 1：反转锁定； 2：端子给定

8. 主频率来源参数设定

主频率来源参数设定如表 7-59 所示。

表 7-59 主频率来源参数

	设置范围
F203 主频率来源 X	0：数字给定记忆； 1：外部模拟量 A11； 2：外部模拟量 A12； 3：输入脉冲给定； 4：段速调节； 5：数字给定不记忆； 6：控制面板电位器 A13； 7：保留；8：保留； 9：PID 调节；10：Modbus

该功能码设定变频器主给定频率的输入来源；

0：数字给定记忆

初始值为 F113 的值，可通过控制面板的上升、下降键或 UP/DOWN 端子调节频率。

记忆指停机后目标频率为运行时的频率，变频器再次运行，依照该目标频率运行。

1: 外部模拟量 AI1; 2: 外部模拟量 AI2

指频率由模拟量输入端子 AI1 和 AI2 来确定，模拟量类型可以是电流型（0~20mA 或者 4~20mA），也可以是电压型（0~5V 或者 0~10V）。在产品出厂时，模拟量输入通道 AI1 为直流电压输入，电压范围为 0~10V；模拟量通道 AI2 为直流电流输入，输入范围为 0~20mA。若需要 4~20mA 信号输入，请设置模拟量输入下限 F406=2，其输入电阻为 500Ω，若其存在误差，则作适当调整。

3: 输入脉冲给定

频率给定通过脉冲给定。给定的脉冲只能通过 OP1 端子输入，最高脉冲频率为 50kHz。

4: 段速调速

选择多段速运行方式，变频器运行频率由多段速端子或自动循环频率给定。

5: 数字给定不记忆

初始值为 F113 的值，可通过上升/下降键或 UP/DOWN 端子调节频率；不记忆指停机后目标频率恢复到 F113 的值，掉电后重新上电，初始值同样为 F113 预设值，

6: 控制面板电位器 AI3

频率由控制面板上的电位器给定，需选择带电位器的控制面板。

9: PID 调节

选择 PID 调节控制。变频器运行频率为 PID 作用后的频率值。其中 PID 的给定源、给定量、反馈源等含义请参考 PID 参数区功能介绍。

10: Modbus

Modbus 通信给定，指主频率源由上位机通过通信方式给定，上位机通过修改 F113 的值，实现调整。

## 9. 电动机停机方式选择

电动机停机方式的参数如表 7-60 所示。

表 7-60 电动机停机方式的参数

	设置范围
F209 电动机停机方式选择	0: 按减速时间停机; 1: 自由停机

当输入停止信号时，可通过该功能码设置停机方式。

(1) F209=0 按减速时间停机。

此时，变频器按照设定的加/减速曲线和减速时间来降低输出频率，频率降为零后停机，为通常使用的停机方式；而在转速跟踪时无效，转速跟踪过程中强制自由停机；

(2) F209=1 自由停机。

停机指令有效后，变频器立即停止输出。电动机按照机械惯性自由停机。

## 10. 多功能输入/输出端子的设置

(1) 数字多功能输出端子如表 7-61 所示。

表 7-61 数字多功能输入/输出端子

F300 继电器表征输出	设置范围：0~18	出厂值：1
F301 D01 表征输出		出厂值：14
F302 D02 表征输出		出厂值：5

(2) 数字多功能输出端子详细功能说明如表 7-62 所示。

表 7-62 数字多功能输出端子详细功能说明

设定	功 能	说 明
0	无功能	输出端子无任何功能
1	变频器故障保护	当变频器发生故障时，输出 ON 信号
2	过特性频率 1	参考 F307-F309 的说明
3	过特性频率 2	参考 F307-F309 的说明
4	自由停机	选择自由停机，给定停机信号，输出 ON 信号并保持至变频器完全停机
5	变频器运行中 1	表示变频器正在运行，此时输出 ON 信号
6	直流制动中	表示变频器正在直流制动中，此时输出 ON 信号
7	加减速时间切换	表示变频器正处于加减速时间切换中
8	设定计数值到达	变频器执行外部计数指令时，当计数值达到 F314 设定值，输出 ON 信号
9	指定计数值到达	变频器执行外部计数指令时，当计数值达到 F315 设定值，输出 ON 信号
10	变频器过载预警	表示变频器过载后，在保护开始计时到保护触发之间的一半时间时输出 ON 信号，在过载撤销或者过载触发之后该信号消失
11	电动机过载预警	表示电动机过载后，在保护开始计时到保护触发之间的一半时间时输出 ON 信号，在过载撤销或者过载触发之后该信号消失
12	失速中	在加减速过程失速，变频器由于失速而停止加减速，此时输出 ON 信号
13	运行准备就绪	主回路和控制回路电源建立，变频器保护功能不动作，变频器处于可运行状态时，输出 ON 信号
14	变频器运行中 2	表示变频器正在运行，此时输出 ON 信号，0Hz 运行认为是运行状态，输出 ON 信号
15	频率到达输出	表示变频器运行到达所设定的目标频率，此时输出 ON 信号，参见 F312
16	过热预警	当检测温度到达设定值的 80% 时，输出 ON 信号，保护触发后或者温度检测值回落到设定值 80% 以下时信号消失
17	过特征电流输出	表示变频器输出电流到达所设定特征电流，此时输出 ON 信号，参见 F310、F311
18	保留	系统保留

(3) 数字多功能输入端子如表 7-63 所示。

- ① 此参数用于设定数字多功能输入端子对应的功能；
- ② 端子的自由停机和外部急停均为最高优先级；
- ③ 当选择脉冲频率调速时，OP1 端子功能自动设定为脉冲信号输入口。

表 7-63 数字多功能输入端子

F316 OP1 端子功能设定	设置范围： 0：无功能；1：运行端子； 2：停机端子；3：多段速端子 1； 4：多段速端子 2；5：多段速端子 3； 6：多段速端子 4；7：复位端子； 8：自由停机端子；9：外部急停端子； 10：禁止加减速端子；11：正转点动； 12：反转点动；13：UP 频率递增端子； 14：DOWN 频率递减端子；15：“FWD” 端子； 16：“REV” 端子； 17：三线式输入“X” 端子； 18：加减速时间切换端子； 19—20：保留；21：频率源切换端子； 22：计数输入端子；23：计数复位端子； 24—30：保留	出厂值：11
F317 OP2 端子功能设定		出厂值：9
F318 OP3 端子功能设定		出厂值：15
F319 OP4 端子功能设定		出厂值：16
F320 OP5 端子功能设定		出厂值：7
F321 OP6 端子功能设定		出厂值：8
F322 OP7 端子功能设定		出厂值：1
F323 OP8 端子功能设定		出厂值：2

(4) 数字多功能输入端子功能的详细说明如表 7-64 所示。

表 7-64 数字多功能输入端子详细介绍

设定值	功 能	说 明
0	无功能	即使有信号输入，变频器也不动作，可以将未使用的端子设定为无功能，以防止误动作
1	运行端子	当启动指令来源为端子组合时，该端子有效，则执行运行功能，与控制面板的运行键功能相当
2	停机端子	当停机指令来源为端子或者组合时，该端子有效，则执行停机功能，与控制面板的停机键功能相当
3	多段速端子 1	可以通过该组端子的数字状态组合，共实现 15 段速
4	多段速端子 2	
5	多段速端子 3	
6	多段速端子 4	
7	复位端子	故障复位功能，与控制面板上的复位键功能相同，使用该功能可以实现远距离故障复位
8	自由停机端子	变频器封锁输出，电动机停机过程不受变频器控制，对于惯量大的负载而且对停机时间没有要求时，经常采用此方法，该方式与 F209 所述的自由停机含义一样
9	外部急停端子	当外部故障信号（常开）送给变频器后，变频器报出故障并停机
10	禁止加减速端子	保证变频器不受外来信号影响（停机命令除外），维持当前输出频率
11	正转点动	点动正转运行和点动反转运行，点动运行时频率、电动机加减速时间参见 F124、F125、F126 的详细说明
12	反转点动	
13	UP 频率递增端子	在频率源设定为数字时，可以上下调节设定频率，其速率由 F211 设定
14	DOWN 频率递减端子	

续表

设定值	功 能	说 明
15	“FWD” 正转运行端子	当启停指令来源为端子或者端子组合时，通过外部端子来控制变频器正转与反转
16	“REV” 反转运行端子	
17	三线式输入 “X 端子”	选择该功能时，配合 “FWD”、“REV”、“CN” 端子实现三线式控制，参见 F208 二/三线式运行
18	加减速时间切换端子	选择该功能有效时，切换至第二加减速时间，第二加减速时间设定参见 F116、F117
19	保留	系统保留
20	保留	系统保留
21	频率源切换端子	当频率源选择 F207=2 时，通过此端子来进行主频率源 X 和辅助频率源 Y 的切换；当频率源选择 F207=3 时，通过此端子来进行主频率源 X 和（主频率源 X+辅助频率源 Y）的切换
22	计数输入端子	内置计数器的计数脉冲输入口
23	计数复位端子	将端子计数值清零
24—30	保留	系统保留

11. 多段速控制

多段速控制功能相当于在变频器内置一个简易可编程控制器（PLC），用以完成多段速逻辑自动控制。可以设置运行时间、运行方向和运行频率，以满足不同的工艺要求。

该系列变频器可以实现 15 段速变化及最多 8 段速自动循环运行。段速控制在转速跟踪时无效，跟踪完成后按照设定参数加减速至有效目标频率。在多段速控制中，段速类型如表 7-65 所示。

表 7-65 多段速类型

F500 段速类型	设置范围： 0：段速 1：15 段速 2：最多 8 段速度自动循环	出厂值：1
-----------	--	-------

当 F203=4 时，选择多段速控制，此时需通过 F500 选择段速的类型；  
F500=0 选择 3 段速，F500=1 选择 15 段速，F500=2 选择最多 8 段速自动循环；  
F500=2，选择最多 8 段速自动循环，其又分为 2 段速自动循环运行、3 段速自动循环运行、…、8 段速自动循环运行，具体使用几段速由功能码 F501 确定。  
F501 选择自动循环的段数，设置范围为 2~8，出厂值为 7 段速自动循环。

7.7.2 中源矢量变频器辅助功能的参数设置

1. 失速参数

失速参数如表 7-66 所示。

- (1) F607 设置失速调节是否有效，F607=0 无效，F607=1 有效。
- (2) F608 用于设定过电流失速功能的起始点，当前电流超过额定电流乘以 F608 的值时，开始执行过电流失速调节。减速过程当中，不会触发过电流失速功能。

表 7-66 失速参数设置

F607 失速调节功能选择	设置范围：0，无效；1，有效	出厂值：0
F608 失速电流调节（%）	设置范围：60~200	出厂值：160
F609 失速电压调节（%）	设置范围：60~200	出厂值：140
F610 失速保护判断时间（S）	设置范围：0.1~3000.0	出厂值：5.0

在加速过程中，检测输出电流超过过电流失速起始电流时，若 F607=1，则变频器启动过电流失速功能，此时变频器暂停加速，直至输出电流降低至过电流失速起始电流之下后，重新开始加速；在稳速运行过程中，检测输出电流超过过电流失速起始电流时，若 F607=1，则变频器启动过电流失速功能，此时变频器频率下降，直至输出电流降低至过电流失速起始电流之下后，频率开始回升至原运行频率点。否则，频率一直下降到下限频率，持续时间达到 F610 设定的时间后开启保护，控制面板显示 OL1。

(3) F609 用于设定过电压失速功能的起始点，当前电压超过额定电压乘以 F609 的值时，开始执行过电压失速保护功能。

过电压失速功能在减速时有效，包括因过电流失速引起的降频减速过程，在加速及稳速运行中无效。

过电压是指变频器的直流母线电压过电压，它一般是由减速引起的。减速时，由于能量回馈，直流母线电压升高。当直流母线电压高于过电压失速起始电压时，若 F607=1 则启动过电压失速功能，此时变频器暂缓减速，保持输出频率不变，则能量回馈停止，直至直流母线电压降低至过电压失速起始电压之下后，重新开始减速。

(4) F610 设定失速保护动作时间，当失速功能启动并保持至 F610 所设定的时间之后，变频器停止运行，跳 OL1 保护。

## 2. 风扇控制参数

风扇控制参数如表 7-67 所示。

表 7-67 风扇控制参数

F702 风扇控制选择	设置范围 0：风扇运转受温度控制； 1：风扇运转不受温度控制； 2：风扇运转受运行控制	出厂值： 0.2~90kW：0 110kW 以上：2
F703 风扇控制温度设置	设置范围：0~100℃	出厂值：35℃

(1) 通过该功能码 F702 可以设置变频器冷却风扇是否受控。

当风扇受温度控制时，只有散热器温度达到预设的温度时，风机才开始运转；预设温度通过功能码 F703 设定；当风扇不受温度控制时，变频器加电后风扇即开始运转，直至变频器输入电源脱开；当风扇运转受运行控制时，只有在运行状态下及停机后散热器温度达到预设温度后，风机才开始运转；

变频器冷却风扇受控可以在一定程度上延长风扇的使用寿命。

(2) F703 设置冷却风扇开始运转的起始温度，该温度值由厂家出厂时设定，用户只



可以查看。

3. 变频器和电动机过载系数

变频器和电动机过载系数如表 7-68 所示。

表 7-68 变频器和电动机过载系数

F706 变频器过载系数 %	设置范围：120~190	出厂值：150
F707 电动机过载系数 %	设置范围：20~100	出厂值：100

(1) 变频器过载系数 (F706)：发生过载保护时的电流与额定电流的比值，其取值应根据负载实际情况确定。

(2) 电动机过载系数 (F707)：当变频器拖动较小功率的电动机工作时，为了保护电动机，可以按照下式设置。

电动机过载系数 =  $\frac{\text{实际电动机功率}}{\text{变频器适配电动机功率}} \times 100\%$

该值可根据用户需求自己设定，相同条件下 F707 设定值越小，电动机过载保护越快，如图 7-41 所示。例如，使用 7.5kW 的变频器带 5.5kW 电动机， $F707 = 5.5 / 7.5 \times 100\% \approx 70\%$ ，当电动机实际电流为 140% 的变频器额定电流时，1 分钟后变频器跳至过载保护；

当变频器输出频率小于 10Hz 时，由于普通电动机在低速运行时散热效果变差，故在运行频率低于 10Hz 时，电动机过载阈值下调，如图 7-42 所示 (F707=100%时)：

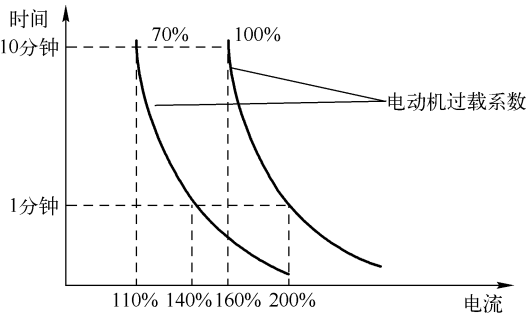


图 7-41 电动机过载系数设定

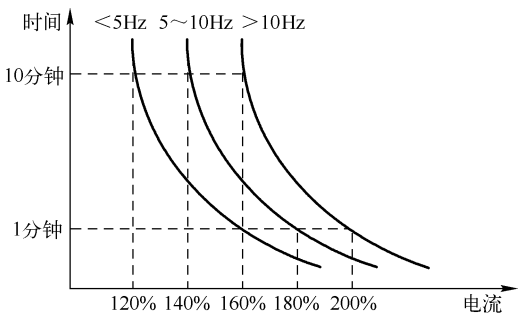


图 7-42 不同频率下的电动机过载保护值

4. 电动机保护参数

电动机保护参数如表 7-69 所示。

表 7-69 电动机保护参数

参 数	设 置 范 围	出 厂 值
F724 输入缺相	0：无效 1：有效	1
F725 欠电压	0：无效 1：有效	1
F726 过热	0：无效 1：有效	1



## 5. 电动机参数区

电动机参数区如表 7-70 所示。

表 7-70 电动机参数区

F800 电动机参数选择	设置范围 0: 不进行参数测量 1: 旋转参数测量 2: 静止参数测量	出厂值 0
E801 额定功率	设置范围: 0.2~1000kW	
F802 额定电压	设置范围: 1~440	
F803 额定电流	设置范围: 0.1~6500A	
F804 电动机极数	设置范围: 2~100	4
F805 额定转速	设置范围: 1~30 000	
PF810 电动机的额定频率	设置范围: 1.0~300.0Hz	出厂值: 50.00

(1) 在设定电动机参数时请按照电动机的铭牌参数进行设置。

(2) 为了保证控制性能, 请按变频器标准适配电动机进行电动机配置, 若电动机功率与标准适配电动机差距过大, 变频器的控制性能将明显下降。

(3) F800=0, 不进行电动机参数测量, 此时仍然需要按照电动机铭牌正确设置 F801~F805, 以及 F810。上电后会根据 F801 里设定的电动机功率值, 使用默认的电动机参数, 见 F806~F809 的值, 本值只是鉴于 Y 系列 4 极额定频率为 50Hz 的异步电动机的参考值。

(4) F800=1, 旋转参数测量。

为保证变频器的动态控制性能, 在确保电动机与负载脱开或电动机空载的情况下, 选择“旋转电动机参数测量”。进行旋转测试之前, 先正确地设定 F801~F805 及 F810。

旋转参数测量的操作过程: 按控制面板运行键, 显示“TEST”, 电动机进行两个阶段的静止参数测量, 之后电动机会按照 F114 设定的加速时间加速并保持一段时间, 然后按照 F115 设定的时间减速停机, 自检结束, 电动机相关参数将存储在 F806~F809, F800 自动变为 0。

(5) F800=2, 静止参数测量。

适用于电动机无法与负载脱开或电动机无法空载的场合。

按下运行键后, 变频器显示“TEST”, 电动机进行两个阶段的静止参数测量, 电动机的定子电阻、转子电阻和漏感自动存入 F806~F808, 电动机互感使用的是根据电动机功率生成的默认数值。自检结束后, F800 自动变为 0。用户也可以手动输入电动机互感数值。

需要注意的是:

- 无论采取何种电动机参数测量方法, 都要根据电动机铭牌正确设定电动机信息 (F801~F805、F810), 也可根据电动机厂家提供的参数手动输入;
- 电动机参数不正确可能会导致电动机运行不平稳甚至无法正常运转, 参数的正确测量是对矢量控制性能的根本保证。

- 每次更改 F801 电动机的额定功率，电动机的参数 F806 都会自动刷新到出厂的默认设置。

电动机长时间运行发热之后电动机参数可能会有一定变化，如果电动机负载可以脱开或者电动机可以空载运行，建议每次运行前都进行自检操作。

## 6. PID 参数区

当 F203 或者 F204 选择为 PID 调节时，则该组功能起作用。

(1) PID 反馈极性如表 7-71 所示。

表 7-71 PID 反馈极性

参 数	设 置 范 围	出 厂 值
FA00 极性	0: 正反馈 1: 负反馈	0

正反馈：当反馈信号大于 PID 给定，则要求变频器频率上升，以使 PID 趋于平衡；

负反馈：当反馈信号大于 PID 给定，则要求变频器频率下降，以使 PID 趋于平衡

(2) PID 反馈信号参考源如表 7-72 所示。

表 7-72 PID 反馈信号参考源

	设 置 范 围	出 厂 值
FA01 参考源	0: 数字给定； 1: 模拟量通道 A11； 2: 模拟量通道 A12； 3: 输入脉冲给定； 4~5: 保留	0

注：该组参数确定 PID 调节的目标参考源给定通道。FA01=0，由 FA02 设定参考基准值。

(3) PID 数字给定参考源百分比如表 7-73 所示。

表 7-73 PID 数字给定参考源百分比

	设 置 范 围	出 厂 值
FA02 数字给定参考源百分比	0.0~100.0 (%)	50.0

(4) PID 反馈源参数如表 7-74 所示。

通过该功能码来选择 PID 的反馈通道。

表 7-74 PID 反馈源参数选择

	设 置 范 围	出 厂 值
FA03 反馈源	0: 模拟量通道 A11 1: 模拟量通道 A12 2: 输入脉冲频率 3~5: 保留	0

## 第 8 章 高性能矢量变频器的保护、故障诊断及维护保养

### 8.1 矢量变频器的操作错误

#### 8.1.1 矢量变频器参数设定选择错误

当变频器的参数中设定了不能使用的数值或各参数的设定之间产生矛盾时，将出现操作错误。在没有正确设定参数之前，变频器将无法启动。而且，故障接点输出及警报输出不动作。如欧姆龙 3G3RV-ZV1 变频器在发生操作错误时，需要我们参照表 8-1 查明原因，重新设定参数值。

表 8-1 操作错误显示及设定故障内容

显 示	内 容	设定故障内容
OPE01	变频器容量的设定故障	变频器容量的确定与主体不一致
OPE02	参数设定范围不当	参数设定值为参数设定范围以外的值，故障显示中时，如果按操作器的 ENTER 键，则显示（U1—34）“OPE 故障的参数 NO”
OPE03	多功能输入的选择不当	在 H1-01-H1-06（多功能接点输入）上进行以下的设定： <ul style="list-style-type: none"><li>• 对两个以上的多功能输入设定了相同的数值；</li><li>• UP 指令和 DOWN 指令未同时设定；</li><li>• UP/DOWN 指令和保持加减速停止被同时设定；</li><li>• 外部搜索指令（最高输出频率）和外部搜索指令 2（设定频率）被同时设定；</li><li>• b5-01（PID 控制）有效时，设定了 UP/DOWN 指令；</li><li>• +速度指令和-速度指令未同时设定；</li><li>• 紧急停止指令 NONC 被同时设定；</li><li>• 瞬时停电减速运行（KEB）指令和高滑差制动（HSB）被同时设定</li></ul>
OPE05	选购件指令的选择不当	尽管将 b1-01（频率指令的选择）设定为 3（选购卡），但没有连接选购卡（C）选购件
OPE06	控制模式的选择不当	将 A1-02（控制模式选择）设定为 1（带 PG 的 V/F 控制模式）或 3（带 PG 的矢量控制），但是没有连接 PG 速度控制卡
OPE07	多功能模拟量输入的选择不当	在模拟量输入选择和 PID 的功能选择上设定了相同功能： <ul style="list-style-type: none"><li>• H3-09 或 H3-05=B 且 H6-01=1 时；</li><li>• H3-09 或 H3-05=C 且 H6-01=2 时</li></ul> 将 b1-01（频率指令的选择）设定为 4（脉冲输入），同时将 H6-01（脉冲序列输入功能选择）设定为 0（频率指令）以外的值； 将 H3-1（端子 A1/A2 切换）设定为 1，H3-09 设定为 2 以外的值，或者将 H3-05 设定为 0 或 2； H3-05 和 H3-09 设定为同一数值

续表

显 示	内 容	设定故障内容
OPE08	参数选择不当	设定了不能在选择中的控制模式下使用的功能，例如，在不带 PG 的 V/F 控制中选择了仅在不带 PG 的矢量控制中才能使用的功能，故障显示中时，如果按操作器的 ENTER 键，则显示（U1-34）“OPE 故障的参数 NO”
OPE09	PID 控制的选择不当	同时进行以下设定： <ul style="list-style-type: none"><li>• 将 b5-01（PID 控制的选择）设定为 0 以外（有效）；</li><li>• 将 b5-15（滑差功能动作值）设定为 0 以外；</li><li>• 将 b1-03（停止方法选择）设定为 2 或 3</li></ul>
OPE10	V/F 数据的设定不当	E1-04、06、07、09 不满足以下的条件： <ul style="list-style-type: none"><li>• <math>E1-04(FMAX) \geq E1-06(FA) &gt; E1-07(FB) \geq E1-09(FMIN)</math>；</li><li>• <math>E3-02(FMAX) \geq E3-04(FA) &gt; E3-05(FB) \geq E3-07(FMIN)</math></li></ul>
OPE11	参数的设定不当	发生了以下任意一个设定不当： <ul style="list-style-type: none"><li>• C6-05（载波频率比例增益）&gt;6 且 C6-04（载波频率下限）&gt;C6-03（载波频率上限）；</li><li>• C6-03~C6-05 的上下限错误；</li><li>• C6-01 为 0 且 C6-02 为 2-E；</li><li>• C6-01 为 1 且 C6-02 为 7-E</li></ul>
OPE12	EEPROM 写入不当	EEPROM 写入时的对照不一致： <ul style="list-style-type: none"><li>• 试着开闭电源；</li><li>• 重新设定参数</li></ul>










8.1.2 矢量变频器自学习中发生的故障

自学习故障时的显示如下所示。检出故障后，使电动机自由运行停止。数字式操作器上将显示出故障内容。故障接点输出及警报输出不动作。自学习中发生的故障如表 8-2 所示。

表 8-2 自学习中发生的故障

操作器 LED 显示	内 容	原 因	对 策
<div>Er-01</div>	电动机数据故障	自学习用电动机数据输入不当； 电动机输出和电动机额定电流的关系异常； 输入的电动机额定电流和设定的空载电流的关系异常（仅限于矢量控制模式和线向电阻的停止型自学习时）	检查输入数据； 检查变频器及电动机容量； 检查电动机额定电流和空载电流
<div>Er-02</div>	警告	自学习中，轻度故障检出（XXX）	检查输入数据； 检查接线，机器周围； 检查负载
<div>Er-03</div>	STOP 键输入	自学习按 STOP 键，中断了自学习	—
<div>Er-04</div>	线间电阻故障	自学习没有在规定时间内完成； 自学习的结果为参数的设定范围之外	检查输入数据； 检查电动机接线； 由旋转型成自学习连接电动机和机械时，将电动机与机械系数分离
<div>Er-05</div>	空载电流故障		
<div>Er-06</div>	额定滑差故障		

续表

操作器 LED 显示	内 容	原 因	对 策
	加速故障（仅限旋转型自学习模式检出）	在规定时间内电动机未加速	<ul style="list-style-type: none"> <li>增大 C1-01（加速时间）；</li> <li>有 L7-01、D7-02（转矩极限值）降低，则将其增大；</li> <li>当连接有电动机和机械时，将电动机与机械系统分离</li> </ul>
	电动机旋转方向故障	变频器和 PG（A、B 相）、电动机（U、V、W 相）的连接不当	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查 PG 接线；</li> <li>检查电动机接线；</li> <li>检查 PG 旋转方向和 F1-05</li> </ul>
	电动机速度故障（仅限旋转型自学习模式检出）	加速时转矩指令过大（100%）（仅接受不带 PG 的矢量控制）	<ul style="list-style-type: none"> <li>当连接有电动机和机械时，将电动机与机械系统分离；</li> <li>增大 C1-01（加速时间）</li> </ul>
	电流检出故障	电流超过电动机额定电流； 电流检出值的符号为负； U、V、W 中有一个缺相	检查电流检出回路、电动机接线、电流检测器的安装方法
	漏电感故障	自学习没有在规定时间内完成； 自学习的结果为参数的设定范围之外	检查电动机接线
	PG 断线检出	电动机即使旋转输出，也没有来自 PG 的脉冲输入	检查接线，修理断线部位
	V/F 设定过大（仅限旋转型自学习模式检出）	自学习时的转矩指令超过 100%， 同时空载电流超过 70%	<ul style="list-style-type: none"> <li>确认设定值，并进行修改；</li> <li>当连接有电动机和机械时，将电动机与机械系统分离</li> </ul>
	电动机铁心饱和系数故障（仅限旋转型自学习模式检出）	因自学习结果为参数的设定范围以外，向铁心饱和系数输入暂定设定值	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查输入数据；</li> <li>检查电动机接线；</li> <li>由旋转型自学习连接电动机和机械时，将电动机与机械系数分离</li> </ul>
	额定电流设定警告	额定电流的值设定得较大	确认输入数据（尤其是电动机输出电流和电动机额定电流值）
	滑差调整值的下限极限值	停止型自学 1 的结果为滑差值为 0.2Hz 以下	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查输入数据</li> <li>如果有可能请进行旋转型自学习，不行时，进行停止型自学习 2</li> </ul>

### 8.1.3 矢量变频器警告检出故障

变频器检出“警告”级的警报时，故障接点输出不动作。另外，警报的原因解除后将自动返回原来的状态。数字式操作器变为闪烁显示，输出多功能输出的“警报”。

当发生警告级别的警报时，参照表 8-3 所示查明原因，从而采取适当的措施。

表 8-3 警告显示和对策

显 示	内 容	原 因	对 策
EF (闪烁)	正转、反转指令同时输入； 正转指令和反转指令同时在 0.5 秒以上的时间内被输入	—	重新设定正转指令和反转指令的顺序； 发生这一警报时，电动机将减速并停止运行（因旋转方向不明）
Uu (闪烁)	主回路低电压； 无运行信号时，发生以下状况： <ul style="list-style-type: none"> <li>主回路直流电压低于 L2-05（低电压检出值）的设定值；</li> <li>控制冲击电流用接触器打开；</li> <li>控制电源为低电压（CUV 值）以下</li> </ul>	参考前项（故障检出）UV1、UV2、UV3 的原因	参考前项（故障检出）UV1、UV2、UV3 的对策
OU (闪烁)	主回路过电压； 主回路直流电压超过过电压检出值； 200V 级，约 410V； 400V 级，约 820V	电源电压过高	在电源规格范围内降低电压
OH (闪烁)	散热片过热 变频器散热片的温度大于 L8-02 的设定值	环境温度过高	设置冷却装置
		周围有发热体	去除发热体
		变频器冷却风扇停止运行	更换冷却风扇
FRn (闪烁)	变频器内部冷却风扇故障 检出变频器内部冷却风扇故障。（设定 L8-32 为无效时检测）	变频器内部冷却风扇停止运行	更换冷却风扇
OH2 (闪烁)	变频器过热预警 从多功能输入端子（S3-S8）输入“变频器过热预警 OH2”	—	解除多功能输入端子的变频器过热预警输入
OH3 (闪烁)	电动机过热 H3-05、H3-09 设定为 E，输入的电动机温度（热敏电阻）的输入超过警报检出值	电动机过热	重新设定负载的大小，加减速时间、周期时间
			重新设定 V/F 特性
			确认由端子 A2、A3 输入的电动机温度输入
OL3 (闪烁)	过转矩 1 高于设定值（L6-02）的电流并持续超过规定的时间（L6-03）	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>确认 L6-02、L6-03 的设定是否适当；</li> <li>确认机器的使用状况，排除故障原因</li> </ul>
OL4 (闪烁)	过转矩 2 高于设定值（L6-05）的电流并持续超过规定时间（L6-06）	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>确认 L6-05、L6-06 的设定是否适当；</li> <li>确认机器的使用状况，排除故障原因</li> </ul>

续表

显 示	内 容	原 因	对 策
UL3 (闪烁)	过转矩 1 高于设定值 (L6-02) 的电流并持续超过规定的时间 (L6-03)	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 确认 L6-02、L6-03 的设定是否适当；</li> <li>• 确认机器的使用状况，排除故障原因</li> </ul>
UL4 (闪烁)	过转矩 2 高于设定值 (L6-05) 的电流并持续超过规定时间 (L6-06)	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 确认 L6-05、L6-06 的设定是否适当；</li> <li>• 确认机器的使用状况，排除故障原因</li> </ul>
O5 (闪烁)	超速 设定 (F1-08) 以上的速度值且持续时间超过规定时间 (F1-09)	发生了超调/欠调	再次调整增益
		指令速度过高	重新设定指令速度及指令增益
		F1-08、F1-09 的设定值不当	确认 F1-08、F1-09 的设定值
PG0 (闪烁)	PG 断线检出； 在变频器输出频率的状态下，PG 脉冲不能输入	PG 接线已断开	修理断线处
		PG 接线错误	修正接线
		PG 无供电电源	进行正确供电
DEu (闪烁)	速度偏差过大； 设定值 (F1-10) 以上的速度偏差且持续时间超过规定时间 (F1-11)	负载过大	减轻负载
		加减速时间过短	增加加减速时间
		负载为锁定状态	检查机械系统
		F1-10、F1-11 的设定值不当	确认 F1-10、F1-11 的设定值
EFO (闪烁)	S1-K2 以外的选购卡的外部故障检出中； 将 EFO 的动作选择选定 (F6-03=3) 为继续运行，从选购卡输入外部故障	—	排除外部故障原因
EF3 (闪烁)	外部故障 (输入端子 S3)	从多功能输入端子 (S3-S8) 输入“外部故障”	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 解除各多功能输入的外部故障输入；</li> <li>• 排除外部故障原因</li> </ul>
EF4 (闪烁)	外部故障 (输入端子 S4)		
EF5 (闪烁)	外部故障 (输入端子 S5)		
EF6 (闪烁)	外部故障 (输入端子 S6)		
EF7 (闪烁)	外部故障 (输入端子 S7)		
EF8 (闪烁)	外部故障 (输入端子 S8)		

#### 8.1.4 矢量变频器的故障检出

当变频器检出“故障”时，让故障接点输出动作，切断变频器输出，使电动机自由运行停止（但对于可以选择停止方法的故障，将按设定的停止方法停止）。数字式操作器上将显示出故障内容。

当发生故障时，需要参照表 8-4 查明原因，采取适当的措施。

再启动时，务必先将运行指令 OFF 后，再采取下述的任何一种方法使故障复位：

- 将多功能输入 (H1-01~H1-06) 设定为 14 (故障复位)，使故障复位信号 ON；

- 按下数字式操作器的 RESET 键；
- 先将主回路电源切断后再接通。

表 8-4 故障检出时的显示和对策

显示	内 容	原 因	对 策
OC	过电流。 变频器的输出电流超过了过电流检出值（约为额定电流的 200%）	<ul style="list-style-type: none"> <li>变频器输出侧发生了短路、接地短路（因电动机烧损、绝缘劣化、电缆破损所引起的接触、接地短路等）；</li> <li>负载过大，加减速时间过短；</li> <li>使用特殊电动机和最大适用容量以上的电动机；</li> <li>在变频器输出侧开闭电磁开关</li> </ul>	调查原因、采取对策后复位 （注：再接通电源前，务必确认变频器输出侧没有短路、接地短路）
GF	接地短路。 在变频器输出侧的接地短路电流超过变频器额定输出电流的约 50%	变频器输出侧发生了接地短路（因电动机烧损、绝缘劣化、电缆破损所引起的接触/接地短路等）	调查原因、采取对策后复位 （注：再接通电源前，务必确认变频器输出侧没有短路、接地短路）
PUF	熔断丝熔断。 插入主回路的熔断丝熔断	由于变频器输出侧的短路、接地短路，使输出晶体管被破坏，确认以下端子间是否短路，如短路则引起输出晶体管的损坏 B1 (⊕3) —— U、V、W ⊖ —— U、V、W	调查原因、采取对策后更换变频器
OU	主回路过电压。 主回路直流电压超过过电压检出值 200V 级，约 410V	减速时间过短，来自电动机的再生能量过大	延长减速时间或连接制动电阻器（制动电阻器单元）
		加速结束后超调时的再生能量过大	使过电压控制功能选择（L3-11）有效（1）（矢量控制时）
		电源电压过高	在电源规格范围内降低电压
Uu1	主回路低电压。 主回路直流电压低于 L2-05（低电压检出值）的设定值 200V 级：约 190V 400V 级：约 380V 主回路 MC 动作不良。 变频器运行中无 MC 的响应适用变频器容量 200V 级：37~110kW 400V 级：75~300kW	<ul style="list-style-type: none"> <li>输入电源时发生缺相；</li> <li>发生了瞬时停电；</li> <li>输入电源的接线端子松动；</li> <li>输入电源的电压波动过大；</li> <li>发生冲击防止回路的动作不良</li> </ul>	调查原因、采取对策后复位
Uu2	控制电源故障。 控制电源的电压降低	控制电源的接线不当	<ul style="list-style-type: none"> <li>修正接线</li> <li>试着开闭电源</li> <li>若连续出现故障，则更换变频器</li> </ul>



续表

显示	内 容	原 因	对 策
Uu3	冲击防止回路故障， 发生冲击防止回路的动作不良， 尽管发出 MC ON 信号，但 10 秒内 无 MC 的响应适用变频器容量 200V 级：37~110kW 400V 级：75~300kW	<ul style="list-style-type: none"> <li>主回路 MC 的动作不良；</li> <li>MC 励磁线圈的损伤</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>试着开闭电源</li> <li>若连续出现故障，则更换变频器</li> </ul>
PF	主回路电压故障。 主回路直流电压在再生以外发生异常振动。 在负载为变频器最大适用电动机容量 80% 以上时，检出此故障 (将 L8-05 设定为有效时进行检出)	<ul style="list-style-type: none"> <li>输入电源发生缺相；</li> <li>发生了瞬时停电；</li> <li>输入电源的接线端子松动；</li> <li>输入电源的电压波动过大；</li> <li>相间电压失衡</li> </ul>	调查原因、采取对策后复位
LF	输出缺相。 变频器输出侧发生缺相 (将 L8-07 设定为有效时进行检出)	<ul style="list-style-type: none"> <li>输出电缆断线；</li> <li>电动机线圈断线；</li> <li>输出端子松动</li> </ul>	调查原因、采取对策后复位
		使用容量低于变频器额定输出电流的 1/20 的电动机	重新设定变频器容量或电动机容量
OH (OH1)	散热片过热。 变频器散热片的温度超过 L8-02 的设定值或过热保护值 OH: 超过 L8-02 (可用 L8-03 选择停止模式)	环境温度过高	设置冷却装置
	OH1: 超过约 100℃ (停止模式为自由运行停止)	周围有发热体	去除冷却装置
	变频器内部冷却风扇故障 (11kW 以上) (将 L8-32 设定为有效时行检出)	变频器冷却风扇停止运行	更换冷却风扇
		变频器内部冷却风扇停止运行 (11kW 以上)	
FRn	变频器内部冷却风扇故障。 检出变频器内部冷却风扇的故障后，变频器的电子热敏器使变频器的过载保护动作 (将 L8-32 设定为有效时行检出)	变频器内部冷却风扇停止后，在过载状态下继续运行	更换冷却风扇
OH3	电动机过热警报。 按照 L1-03 的设定，变频器继续运行或停止	电动机过热	重新设定负载的大小、加减速时间、周期时间
			重新设定 V/F 特性
			确认由端子 A2、A3 输入的电动机温度输入
			确认 E2-01 (电动机额定电流) 的设定

续表

显示	内 容	原 因	对 策
OH4	电动机过热故障。 根据 L1-04 的设定值，变频器将停止	电动机过热	重新设定负载的大小、加减速时间、周期时间
			重新设定 V/F 特性
			确认由端子 A2、A3 输入的电动机温度输入
			确认 E2-01（电动机额定电流）的设定
CH	安装型制动电阻器过热。 将 L8-01 设定为有效时，制动电阻器的保护将动作	减速时间太短，来自电动机的再生能量过大	<ul style="list-style-type: none"> <li>减轻负载，增加减速时间，降低速度</li> <li>变更为制动电阻器单元</li> </ul>
CC	内置制动晶体管故障 制动晶体管动作故障	<ul style="list-style-type: none"> <li>制动晶体管破损</li> <li>变频器控制回路不良</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>试着开闭电源</li> <li>若连续出现故障，则更换变频器</li> </ul>
OL1	电动机过载。 由电子热敏器保护电动机不过载	负载过大，加减速时间、周期时间过短	重新设定负载的大小、加减速时间、周期时间
		V/F 特性的电压过高或过低	重新设定 V/F 特性
		E2-01（电动机额定电流）、E4-01（电动机 2 的额定电流）的设定值不当	确认 E2-01（电动机额定电流）、E4-01（电动机 2 的额定电流）的设定
OL2	变频器过载。 由电子热敏器保护变频器不过载	负载过大，加减速时间、周期时间过短	重新设定负载的大小、加减速时间、周期时间
		V/F 特性的电压过高或过低	重新设定 V/F 特性
		变频器容量过小	更换容量大的变频器
OL3	过转矩检 1。 高于设定值（L6-02）的电流并持续超过了规定的时间（L6-03）	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>确认 L6-02、L6-03 的设定是否适当；</li> <li>确认机器的使用状况，排除故障原因</li> </ul>
OL4	过转矩检 1。 高于设定值（L6-05）的电流并持续超过了规定的时间（L6-06）	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>确认 L6-05、L6-06 的设定是否适当；</li> <li>确认机器的使用状况，排除故障原因</li> </ul>
OL7	高滑差制动 OL。 N3-04 设定的时间、输出频率不发生变化	负载的转动惯量过大	<ul style="list-style-type: none"> <li>检测是否为转动惯量负载；</li> <li>将不发生 OV 的减速时间设为 N3-04 以下</li> </ul>
UL3	转矩不足检出 1。 低于设定值（L6-02）的电流并持续超过了规定的时间（L6-03）	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>确认 L6-02、L6-03 的设定是否适当；</li> <li>确认机器的使用状况，排除原因</li> </ul>

续表

显示	内 容	原 因	对 策
UL4	转矩不足检出 2。 低于设定值 (L6-05) 的电流并持续超过了规定的时间 (L6-06)	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>确认 L6-05、L6-06 的设定是否适当；</li> <li>确认机器的使用状况，排除原因</li> </ul>
O5	过速。 设定值 (F1-08) 以上的速度且持续时间超过规定时间 (F1-09)	发生了超调/欠调	再次调整增益
		指定速度过高	重新设定指令回路及指令增益
		F1-08、F1-09 的设定值不当	确认 F1-08、F1-09 的设定值
PH0	PG 断线检出。 在变频器输出频率的状态 (软启动输出 $\geq$ E1-09) 下, PG 脉冲不能输入	PG 接线已断开	修理断线处
		PG 接线错误	修正接线
		PG 无供电电源	进行正确供电
		电动机被制动	确认使用制动器 (电动机) 时是否处于“打开”状态
DEu	速度偏差过大。 设定值 (F1-10) 以上的速度偏差且持续时间超过规定时间 (F1-11)	负载过大	减轻负载
		加减速时间过短	增加加减速时间
		负载为锁定状态	检查机械系统
		F1-10、F1-11 的设定不当	确认 F1-10、F1-11 的设定值
		电动机被制动	确认使用制动器 (电动机) 时是否处于“打开”状态
CF	控制故障。 在不带 PG 矢量控制模式下的减速停止中, 持续 3 秒钟以上达到转矩极限	转矩极限设定值不当	确认转矩极限设定值
		电动机参数的设定不当	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查电动机参数；</li> <li>进行自学习</li> </ul>
FBL	PID 的反馈指令丧失。 在有 PID 反馈令丧失检出 (b5-12=2) 时, PID 反馈输入 $<$ b5-13 (PID) 反馈丧失检出值的状态以 b5-14 (PID 反馈丧失检出时间) 持续	b5-13、b5-14 的设定不当	确认 b5-13、b5-14 的设定值
		PID 反馈的接线不良	修正接线
EF0	来自通信选购卡的外部故障输入	—	通过通信卡, 通信信号检查
EF3	外部故障 (输入端子 S3)	从多功能输入端 (S3-S8) 输入了外部故障	<ul style="list-style-type: none"> <li>解除各多功能输入的外部故障输入；</li> <li>排除外部故障原因</li> </ul>
EF4	外部故障 (输入端子 S4)		
EF5	外部故障 (输入端子 S5)		
EF6	外部故障 (输入端子 S6)		
EF7	外部故障 (输入端子 S7)		
EF8	外部故障 (输入端子 S8)		
SUE	零伺服故障。 零伺服运行中的旋转位置错位	转矩极限值过小	增大转矩极限值
		负载过大	缩小负载转矩极限值
		—	进行 PG 信号的干扰检查

续表

显示	内 容	原 因	对 策
SEC	超过速度搜索重试次数。 速度搜索重试动作超过了速度搜索重试次数 (b3-19)	b3-17、b3-18 的设定不当	确认 b3-17、b3-18 的设定值
OPC	数字式操作器连接不良。 用来自数字式操作器的运行指令进行运行时, 数字式操作器断线	—	确认数字式操作器的连接是否正常
CE	MEMOBUS 通信错误。 在接收 1 次控制数据后, 两秒以上无法正常接收	—	检查通信机器、通信信号是否正常
BU5	选购件通信错误。 在由通信选购卡设定运行指令或频率指令的模式下检出通信错误	—	检查通信机器、通信信号是否正常
E5	SI-T 监视装置错误。 接收的控制数据的统一性确认错误	和指令控制器的控制数据不同步	检查通信周期等通信的时机; 详细情况请参考 SI-T 选购卡的使用说明书
E-10	SI-F/G 选购件故障。 SI-F/G 选购件的动作不良	数字式操作器的跳线接触不良	拆下数字式操作器后再重新安装
		变频器控制回路不良	更换变频器
CPF00	数字式操作器通信故障 1。 接通电源 5 秒后, 也不能和数字式操作器进行通信	数字式操作器的跳线接触不良	拆下数字式操作器后再重新安装
		变频器控制回路不良	更换变频器
	CPU 的外部 RAM 不良	—	试着开闭电源
		控制回路损坏	更换变频器
CPF01	数字式操作器通信故障 2。 与数字式操作器开始通信后, 发生了 2 秒以上通信故障	数字式操作器的跳线接触不良	拆下数字式操作器后再重新安装
		变频器控制回路不良	更换变频器
CPF02	基极封锁回路不良	—	试着开闭电源
		控制回路损坏	更换变频器
CPF03	EEPROM 不良	—	试着开闭电源
		控制回路损坏	更换变频器
CPF04	CPU 内部 A/D 转换器不良	—	试着开闭电源
		控制回路损坏	更换变频器
CPF05	CPU 外部 A/D 转换器不良	—	试着开闭电源
		控制回路损坏	更换变频器
CPF06	选购卡连接故障	选购卡连接口连接故障	关闭电源, 重新插卡
		变频器或选购卡不良	更换变频器或选购卡

续表

显示	内 容	原 因	对 策
CPF07	ASIC 内部的 RAM 不良	—	试着开闭电源
		控制回路损坏	更换变频器
CPF08	监视计时器不良	—	关闭电源，重新插卡
		控制回路损坏	更换变频器或选购卡
CPF09	CPU- ASIC 相互诊断故障	—	试着开闭电源
		控制回路损坏	更换变频器
CPF10	ASIC 版本错误	变频器控制回路不良	更换变频器
CPF20	通信选购卡故障	选购卡连接口连接故障	关闭电源，重新插卡
		选购卡的 A/D 转换器不良	更换选购卡
CPF21	通信选购卡的自我诊断故障	通信选购卡的故障	更换选购卡
CPF22	通信选购卡的机型代码故障		
CPF23	通信选购卡的相互诊断故障		

### 8.1.5 欧姆龙 3G3RV-ZV1 变频器的故障分析

#### 1. 参数无法设定

当变频器参数无法设定时，请采取以下措施。

(1) 即使按增加键、减少键，显示仍无变化。此时，可能是以下原因所致。

① 变频器在运行中（驱动模式）。变频器在运行中时，有些参数不能设定。使变频器停止运行后再进行设定。

② 输入参数写入许可。将 H1-01～H1-06（多功能接点输入端子 S3～S8 的功能选择）设定为 1B（参数写入许可）时发生。参数写入许可的输入为 OFF 时，不能变更参数。请在参数写入许可输入 ON 后，设定参数。

③ 密码不一致（仅在设定了密码时）。A1-04（密码）和 A1-05（密码设定）的数值不同时，无法变更部分环境设定参数，需重新设定密码。当忘记密码时，请在显示 A1-04 的状态下，按住 RESET 键再按 MENU 键，显示 A1-05（密码设定），重新设定密码（请将重新设定的密码输入到 A1-04 中）。

(2) 显示 OPE01～OPE11。

参数的设定值有故障。请参考 8.1 节的操作错误，进行修改。

(3) 显示 CPF00、CPF01。

数字式操作器的通信故障。数字式操作器和变频器间的连接有故障，需拆下操作器后安装。

#### 2. 电动机不旋转

当电动机不旋转时，采取以下措施。

(1) 按下操作器的 RUN 键，电动机也不运行，此时，可能是以下原因所致。

① 未变为驱使模式时，变频器是准备状态而不启动。

按下 MENU 键使 DRIVE LED 闪烁，再按下 DATA/ENTER 键，进入驱动模式。如进入驱动模式，DRIVE LED 将点亮。

② 运行方式的设定错误。b1-02（运行指令的选择）的设定为 1（控制回路端子）时，按下 RUN 键电动机也不旋转。请按下 LOCAL/REMOTE 键，切换为操作器的操作或将 b1-02 设定为 0（数字式操作器）。LOCAL/REMOTE 键通过 02-01（LOCAL/REMOTE 键的选择）设定有效（1）或无效（0）。LOCAL/REMOTE 键在进入驱动模式后有效。

③ 频率指令过低。频率指令比 E1-09（最低输出频率）设定的频率低时，变频器将不能运行。需变更为最低输出频率以上的频率指令。

（2）多功能模拟量输入的设定故障。

将 H3-09（多功能模拟量输入端子 A2 功能选择）或 H3-05（多功能模拟量输入端子 A3 功能选择）设定为 1（频率增益），不输入电压（电流）时，频率指令为零。请确认设定值及模拟量输入值是否适合。

### 3. 在加速及负载连接时，电动机将停止

负载过大。变频器有防止失速功能及全自动转矩提升功能，但在加速度较大及负载过大时，将超过电动机的响应极限。需延长加速时间，减小负载。另外，还应考虑提高电动机的容量。

### 4. 电动机不加速

因转矩极限（L7-01～L7-04）的设定过小、转矩指令的输入过小（转矩控制）电动机可能无法加速。需确认设定值及输入值。

### 5. 电动机只朝一个方向旋转

选择了禁止反转。如将 b1-04（反转禁止选择）设定为 1（反转禁止）时，变频器将不接受反转指令。使用正转、反转两个方向时，将 b1-04 设定为 0（可反转）。

### 6. 电动机旋转方向相反

电动机朝反方向旋转是由电动机输出线连接错误所引起的。若变频器的 U、V、W 与电动机的 U、V、W 的连接正确，则正转指令时电动机正转。正转方向是由电动机的生产厂家及机型决定的，应确认电动机规格。当需要进行反转时，交换 U、V、W 中的任意 2 根接线即可。

### 7. 电动机无转矩 / 加速时间较长

当电动机无转矩或加速时间较长时，请采取以下措施进行处理。

（1）受转矩极限的限制。

当设定了 L7-01～L7-04（转矩极限）时，将无法输出大于该设定值的转矩，因此会出现转矩不足或加速时间长的现象。需要确认转矩极限值是否适当。

将 H3-09（多功能模拟量输入端子 A2 的功能选择）或 H3-05（多功能模拟量输入端子 A3 功能选择）设定为转矩极限（设定值：10～12，15）时，请确认模拟量输入值是否合适。

（2）加速中防止失速值较低。

如果 L3-02（加速中防止失速值）的设定值过低，则加速时间变长。确认设定值是否适当。

（3）运行中防止失速值较低。

如果 L3-06（运行中防止失速值）的设定值过低，则在转矩输出前会使速度降低。确

认设定值是否适当。

#### 8. 在矢量控制模式下没有进行自学习

如不进行自学习，将无法得到矢量控制的性能。进行自学习或通过计算设定电动机参数，或将 A1-02（控制模式的选择）变更为 0 或 1（V/F 控制）。

#### 9. 电动机旋转时超出指令

当电动机旋转超出指令值时，请采取以下措施。

(1) 模拟量频率指令偏置的设定故障（增益设定也相同）。

H3-03（频率指令端子 A1 输入偏置）与频率指令相加。需要确认设定值是否适当。

(2) 向频率指令端子 A2 或 A3 输入了信号。

将 H3-09（多功能模拟量输入端子 A2 功能选择）或 H3-05（多功能模拟量输入端子 A3 功能选择）设定为 0（频率指令）时，与端子 A2 或 A3 的输入电压（电流）相符的频率将会加到频率指令中。并确认设定值及模拟量输入值是否适合。

#### 10. 在不带 PG 的矢量控制模式下，高速旋转时的速度控制精度较低

电动机额定电压增高。变频器的最大输出电压由变频器的输入电压决定（例如，输入电压为 AC 200V 时，最大输出值为 AC 200V）。矢量控制计算的结果为输出电压指令值，如超出变频器的输出电压的最大值，速度控制精度将降低。此时需要使用额定电压较低的电动机（如矢量控制专用电动机）。

#### 11. 电动机减速迟缓

当电动机减速迟缓时，可能是以下原因造成的：

- ① 制动电阻未连接或损坏；
- ② 即使连接制动电阻，减速时间也较长。

此时，可以采用以下措施来处理：

- ① 设定“减速中有防止失速功能”。

连接制动电阻时，将 L3-04（减速中防止失速功能选择）设定为 0（无效）或 3（带制动电阻）。如果设定为 1（有效：出厂设定），制动电阻将不能充分发挥作用。

- ② 所设定的减速时间较长。

确认 C1-02、C1-04、C1-06、C1-08（减速时间）的设定值是否适当。

#### 12. 电动机过热

当电动机过热时，可能是以下原因造成的：

① 负载过大。在额定以外还有短时间额定。减轻负载或延长加减速时间，降低负载量。另外，还应考虑提高电动机的容量。

② 环境温度过高。电动机的额定值由使用环境温度决定。在超过使用环境温度的环境中连续以额定转矩运行时，电动机会烧损。将电动机的工作环境降到使用环境温度范围内。

③ 电动机的相间耐压不足。如果将电动机连接至变频器的输出上，在变频器的开关切换和电动机线圈间将发生浪涌。通常，最大浪涌电压会达到变频器输入电源电压的 3 倍左右（400V 级为 1200V）。使用电动机相间的浪涌耐压高于最大浪涌电压的电动机。400V 级的变频器使用变频器专用电动机。



④ 在矢量控制模式下没有进行自学习。如果不进行自学习,将无法得到矢量控制的性能。进行自学习或通过计算设定电动机参数,或将 A1-02(控制模式选择)变更为 0 或 1(V/F 控制)。

### 13. 启动变频器后控制装置有干扰 / AM 收音机有杂音

当因变频器的开关切换而产生干扰时,请采取以下措施:

① 变更 C6-02(载波频率选择),降低载波频率。由于内部切换次数减少,具有一定效果;

② 在变频器的电源输入处设置输入侧噪声滤波器;

③ 在变频器的输出处设置输出侧噪声滤波器;

④ 进行金属配管。因为电波可用金属屏蔽,所以可以在变频器的周围使用金属(铁)进行屏蔽;

⑤ 变频器主体及电动机务必接地;

⑥ 将主回路接线和控制接线分开。

### 14. 变频器运行漏电断路器动作

由于变频器在内部进行切换会产生漏电电流。此时漏电断路器动作而切断电源。使用漏电检出值高的断路器(每台的感应电流为 200mA 以上,动作时间为 0.1s 以上)或进行了高频处理的断路器(变频器用)。变更 C6-02(载波频率选择)、降低载波频率,也会起到一定作用。另外,电缆越长漏电电流也越大。

### 15. 即使变频器停止输出,电动机也继续旋转

即使变频器停止,电动机也继续旋转,这是因为停止时的直流制动不足。即使进行减速停止,电动机也有可能仍不能完全停止,以低转速进行空转。这是因为直流制动时不能进行充分的减速。可以按以下方法对直流制动进行调整:

① 增大 b2-02(直流制动电流)的设定值;

② 增大 b2-04[停止时直流制动(初始励磁)时间]的设定值。

## 8.2 其他常见主流变频器的故障诊断和处理措施

### 8.2.1 安邦信 AMB-G9/P9 的故障异常诊断和处理措施

当 AMB-G9 检测出一个故障时,在键盘上显示该故障,同时故障接点输出和电动机自由停车。此时须检查表内的故障原因并采取纠正措施。

为了重新启动,接通复位输入信号或按 STOP/RESET 键,或者使主回路电源断开一次,使该故障停止或复位。当输入正向(反向)运行命令时,变频器是不能接收故障复位信号的。一定要在断开正向(反向)运行命令后复位。在故障显示中若要改变监视参数,首先按 DSPL 进入监视状态,再按▲或▼键选择监视参数代码,最后按 ENTER 键,察看故障时的参数值。

故障异常诊断及纠正措施如表 8-5 所示。



表 8-5 异常诊断及纠正措施

故障显示	内 容	说 明	对 策
UV1	主回路欠电压	运转中直流主回路电压不足检测电平： $U \leq 320V$	检查电源电压并改正
UV2	控制电路欠电压	运行期间控制电路的电压不足	
UV3	充电回路不良	可控硅未全开启	检查充电回路
OC	过电流	输出超过 OC 的检测标准	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 检查电动机</li> <li>• 加长加减速时间</li> </ul>
OV	过电压	主回路直流电压超过 OV 标准	加长减速时间
GF	接地	输出侧接地电流超过额定的 50%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 检查电动绝缘有无劣变</li> <li>• 检查变频器和电动机之间</li> <li>• 连线有无损坏</li> </ul>
PUF	主回路故障	晶体管故障或者快熔烧断	检查是否输出短路、接地
OH1	散热器过热	散热器温度超过允许值（散热器温度 $\geq$ OH1 检测值）	检查风机和周围温度
OH2	散热器过热	散热器温度超过允许值（散热器温度 $\geq$ OH2 检测值）	检查风机和周围温度
OL1	电动机过载	变频器输出超过电动机过载值	减少负载
OL2	变频器过载	变频器输出超过变频器过载值	减少负载，延长加速时间
OL3	过转矩检测	变频器输出电流超过转矩检测值（参数 F062：过转矩检测基准）	减少负载，延长加速时间
SC	负载短路	变频器输出负载短路	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 检查电动机线圈电阻</li> <li>• 检查电动机绝缘</li> </ul>
EF0	来自串行通信的外部故障	外部控制电路内产生故障	检查外部控制电路
EF2	端子 S2 上的外部故障		
EF3	端子 S3 上的外部故障		
EF4	端子 S4 上的外部故障		
EF5	端子 S5 上的外部故障	外部控制电路内产生故障	检查输入端子的情况，如果未使用此端子而其仍然有故障时，更换变频器
EF6	端子 S6 上的外部故障		
SP1	主回路电流波动过大	变频器输入缺相或输入电压不平衡	检查电源电压和输入端子线螺钉
SPO	输出缺相	变频器输出缺相	检查输出接线，电动机绝缘和输出侧螺钉
CE *	MODBUS 传送故障	未收到正常控制信号	检查传输设备或信号
CPF0	控制回路故障 1	通电 5 秒后变频器和键盘之间的传输仍不能建立 MPU 外部元件检查故障（刚送电时）	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 再次插入键盘</li> <li>• 检查控制电路的接线</li> <li>• 更换插件板</li> </ul>

续表

故障显示	内 容	说 明	对 策
CPF1	控制回路故障 2	通电后变频器和键盘之间的传输连通了一次，但以后的传输故障连续了 2 秒以上。 MPU 外部元件检查故障（在操作时）	<ul style="list-style-type: none"><li>• 再次插入键盘</li><li>• 检查控制电路的接线</li><li>• 更换插件板</li></ul>
CPF4	E <sup>2</sup> PROM 故障	变频器的控制部分故障	更换控制板
CPF5	A/D 转换器故障		

8.2.2 艾默生 TD-1000 的故障诊断和处理方法

艾默生 TD-1000 的故障类型和处理方法如表 8-6 所示。

表 8-6 艾默生 TD-1000 故障类型和解决方法

故障代码	故 障 类 型	可能的故障原因	对 策
E001	加速中过电流	<ul style="list-style-type: none"><li>• 加速时间短</li><li>• V/F 曲线不合适</li><li>• 瞬停发生时，对旋转中电动机实施再启动</li><li>• 外部接线错误</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 延长加速时间</li><li>• 检查并调整 V/F 曲线，调整转矩提升量</li><li>• 等待电动机停止后再启动</li><li>• 正确接线</li></ul>
E002	减速运行过电流	减速时间太短	延长减速时间
E003	恒速运行中过电流	<ul style="list-style-type: none"><li>• 负载发生突变</li><li>• 负载异常</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 减小负载的突变</li><li>• 进行负载检查</li></ul>
E004	变频器加速中过电压	<ul style="list-style-type: none"><li>• 输入电压异常</li><li>• 瞬停发生时，对旋转中的电动机实施再启动</li></ul>	请检查输入电源
E005	变频器减速运行过电压	<ul style="list-style-type: none"><li>• 减速时间短（相对于再生能量）</li><li>• 能耗制动电阻选择不合适</li><li>• 输入电压异常</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 延长减速时间</li><li>• 重新选择制动电阻</li><li>• 检查输入电压</li></ul>
E006	变频器恒速运行过电压	<ul style="list-style-type: none"><li>• 输入电压发生了异常变动</li><li>• 负载由于惯性产生再生能量</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 安装输入电抗器</li><li>• 考虑能耗制动电阻</li></ul>
E007	变频器停机时控制电压过压	输入电压异常	检查输入电压
E008 E009 E010	保留		
E011	散热器过热	<ul style="list-style-type: none"><li>• 风扇损坏</li><li>• 风道阻塞</li><li>• IGBT 异常</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 更换风扇</li><li>• 清理风道</li><li>• 寻求服务</li></ul>
E012	保留		

续表

故障代码	故障类型	可能的故障原因	对策
E013	变频器过载	<ul style="list-style-type: none"> <li>进行急加速</li> <li>直流制动量过大</li> <li>V/F 曲线不合适</li> <li>瞬停发生时, 对还在旋转中的电动机进行了启动</li> <li>负载过大</li> <li>电网电压过低</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>延长加速时间</li> <li>适当减小直流制动电压, 增加制动时间</li> <li>调整 V/F 曲线</li> <li>等电动机停稳后, 再启动</li> <li>选择适配的变频器</li> <li>检查电网电压</li> </ul>
E014	电动机过载	<ul style="list-style-type: none"> <li>V/F 曲线不合适</li> <li>电动机堵转或负载突变过大</li> <li>通用电动机长期低速大负载运行</li> <li>电网电压过低</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>调整 V/F 曲线</li> <li>检查负载</li> <li>长期低速运行, 可选择专用电动机</li> <li>检查电网电压</li> </ul>
E015	外部设备故障	通过 XI 端子输入的外部设备故障中断, 非操作面板运行方式下, 使用急停 STOP 键	检查相应外部设备
E016	E <sup>2</sup> PROM 读写故障	控制参数的读写发生错误	寻求服务
E017	RS-485 通信错误	采用串行通信的通信错误	寻求服务
E018	保留		
E019	电流检测电路故障	<ul style="list-style-type: none"> <li>霍尔器件损坏</li> <li>辅助电源损坏</li> </ul>	寻求服务
E020	CPU 错误	干扰或主控板 DSP 读写错误	寻求服务
E021	闭环反馈故障	<ul style="list-style-type: none"> <li>闭环反馈断线</li> <li>测速发电机损坏</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查反馈信号线</li> <li>检查测速发电机</li> </ul>
E022	外部给定故障	外部电压/电流给定信号断线	检查外部电压/电流给定信号线

### 8.2.3 中源矢量变频器 ZY-A900 的故障诊断和处理方法

变频器发生故障时, 不要立即复位运行而要查找原因, 彻底排除故障。中源矢量型变频器 ZY-A900 的常见故障处理如表 8-7 所示。

表 8-7 中源矢量型变频器 ZY-A900 的常见故障处理

故障代码	故障类型	可能的故障原因	对策
OC	过电流保护	<ul style="list-style-type: none"> <li>加速时间太短</li> <li>输出侧短路</li> <li>电动机堵转</li> <li>电动机负载过重</li> <li>电动机参数辨识不准确</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>延长加速时间</li> <li>检查电动机电缆是否破损</li> <li>检查电动机是否超载</li> <li>降低 V/F 补偿值</li> <li>正确辨识电动机参数</li> </ul>
OL1	变频器过载保护	负载过重	<ul style="list-style-type: none"> <li>降低负载</li> <li>检查机械设备装置</li> <li>加大变频器容量</li> </ul>

续表

故障代码	故障类型	可能的故障原因	对策
OL2	电动机过载保护	负载过重	<ul style="list-style-type: none"> <li>降低负载</li> <li>检查机械设备装置</li> <li>加大变频器容量</li> </ul>
OE	直流过电压保护	<ul style="list-style-type: none"> <li>电源电压过高</li> <li>负载惯性过大</li> <li>减速时间过短</li> <li>电动机惯量回升</li> <li>能耗制动效果不理想</li> <li>转速环 P1 参数设置不合理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查是否输入额定电压</li> <li>加装制动电阻（选用）</li> <li>增加减速时间</li> <li>提升能耗制动效果</li> <li>合理设置转速环 P1 参数</li> </ul>
PF1	输入缺相保护	输入电源缺相	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查电源输入是否正常</li> <li>检查参数设置是否正确</li> </ul>
LU	欠电压保护	输入电压偏低	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查电源电压是否正常</li> <li>检查参数设置是否正确</li> </ul>
OH	变频器过热保护	<ul style="list-style-type: none"> <li>环境温度过高</li> <li>散热片太脏</li> <li>安装位置不利于通风</li> <li>风扇损坏</li> <li>载波频率或者补偿曲线偏高</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>改善通风</li> <li>清洁进出风口及散热片</li> <li>按要求安装</li> <li>更换风扇</li> <li>降低载波频率或者补偿曲线</li> </ul>
ERR1	密码错误	在密码有效时，密码设置错误	请正确输入用户密码
ERR2	参数测量错误	参数测量时未接电动机	请正确接上电动机
ERR3	运行前电流故障	在运行前已经有电流报警信号	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查排线连接是否可靠</li> <li>请求厂家服务</li> </ul>
ERR4	电流零点偏移故障	<ul style="list-style-type: none"> <li>排线松动</li> <li>电流检测器件损坏</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查并重新插接排线</li> <li>请求厂家服务</li> </ul>

### 8.3 变频器故障维修实例方法

#### 1. 变频器过流（OC）故障维修实例

过流是变频器报警最为频繁的现象，其现象有：

① 重新启动时，一升速就跳闸。这是过电流十分严重的现象。主要原因有：负载短路，机械部位有卡住；逆变模块损坏；电动机的转矩过小等。

② 上电就跳，这种现象一般不能复位，主要原因有：模块坏、驱动电路坏、电流检测电路坏。

③ 重新启动时并不立即跳闸而是在加速时跳闸，主要原因有：加速时间设置太短、电流上限设置太小、转矩补偿（V/F）设定较高。

变频器过流的实例：

（1）一台安邦信 3.7kW 变频器一启动就跳“OC”。

分析与维修：打开机盖没有发现任何烧坏的迹象，在线测量 IGBT（7MBR25NF-120）基本判断没有问题，为进一步判断问题，把 IGBT 拆下后测量 7 个单元的大功率晶体管开启与关闭都很好。在测量上半桥的驱动电路时发现有一路与其他两路有明显区别，经仔细检查发现一只光耦 A3120 输出脚与电源负极短路，更换后三路基本一样。模块装上上电运行一切良好。

（2）一台中原 18.5kW 变频器通电就跳显示“过流”且不能复位。

分析与维修：首先检查逆变模块没有发现问题。其次检查驱动电路也没有异常现象，估计问题可能出在过流信号处理这一部位，将其电路传感器拆掉后上电，显示一切正常，故认为传感器已坏，找新品换上后带负载实验一切正常。

### 2. 变频器过压（OU、OE 或 OV）故障维修实例

过电压报警一般是出现在停机的時候，其主要原因是减速时间太短或制动电阻及制动单元有问题。实例：

一台欧姆龙 3G3RV-ZV1 变频器系列 5.5kW 变频器在停机时跳“OU”。

分析与维修：在修这台机器之前，首先要搞清楚“OU”报警的原因何在，这是因为变频器在减速时，电动机转子绕组切割旋转磁场的速度加快，转子的电动势和电流增大，使电动机处于发电状态，回馈的能量通过逆变环节中与大功率开关三极管流向直流环节，使直流母线电压升高所致，所以我们应该着重检查制动回路，测量放电电阻有无问题，在测量制动管时发现其已击穿，更换后上电运行一切正常，且快速停车都没有问题。

### 3. 变频器欠压（Uv1 或 LU）故障维修实例

欠压也是我们在使用中经常碰到的问题。主要是因为主回路电压太低（220V 系列低于 200V，380V 系列低于 400V），主要原因是整流桥某一路损坏或三路中有工作不正常的，都有可能引起欠压故障的出现，其次主回路接触器损坏，导致直流母线电压损耗在充电电阻上有可能导致欠压。还有就是电压检测电路发生故障而出现欠压问题。

举例：

（1）一台欧姆龙 3G3RV-ZV1 变频器 18.5kW 变频器上电跳“Uu1”。

分析与维修：经检查这台变频器的整流桥充电电阻都是好的，但是上电后没有听到接触器动作，因为这台变频器的充电回路不是利用可控硅，而是靠接触器的吸合来完成充电过程的，因此认为故障可能出在接触器或控制回路以及电源部分，拆掉接触器单独加 24V 直流电接触器工作正常。继而检查 24V 直流电源，经仔细检查该电压是经过 LM7824 稳压管稳压后输出的，测量该稳压管已损坏，找一新品更换后上电工作正常。

（2）一台中源变频器，上电显示正常，但是加负载后显示 LU。

分析与维修：这台变频器同样也是通过充电回路、接触器来完成充电过程的，上电时没有发现任何异常现象，估计是加负载时直流回路的电压下降所引起，而直流回路的电压又是通过整流桥全波整流，然后由电容平波后提供的，所以应着重检查整流桥，经测量发现该整流桥有一路桥臂开路，更换新品后问题解决。

### 4. 变频器过热（OH、E011）故障维修实例

过热也是一种比较常见的故障，主要原因是周围温度过高；风机堵转；温度传感器性能不良；电动机过热。

举例：

(1) 客户反映一台中源 22kW 变频器在运行半小时左右跳“OH”。

分析与维修：因为是在运行一段时间后才出现故障，所以温度传感器坏的可能性不大，可能是变频器的温度太高。通电后发现风机转动缓慢，防护罩里面堵满了棉絮（因该变频器是用在纺织行业的），经打扫后开机风机运行良好，运行数小时后没有再跳此故障。

(2) 一台艾默生 TD-1000 变频器开机五分钟保护停机，显示 E011。

拆开机箱盖检查，发现风扇不转，且有一股焦糊味，更换新风扇后正常。

### 5. 变频器输出不平衡故障维修实例

输出不平衡一般表现为电动机抖动、转速不稳，主要原因有模块坏、驱动电路坏、电抗器坏等。

举例：

一台安邦信 G9 11kW 变频器，输出电压相差 100V 左右。

分析与维修：打开机器在线检查逆变模块（6MBI50N-120）初步没发现问题，测量 6 路驱动电路也没发现故障，将其模块拆下测量发现有一路上桥大功率晶体管不能正常导通和关闭，该模块已经损坏，经确认驱动电路无故障后，更换新品一切正常。

### 6. 变频器过载故障维修实例

过载也是变频器跳动比较频繁的故障之一，平时看到过载现象我们其实首先应该分析一下到底是电动机过载还是变频器自身过载，一般来讲电动机由于过载能力较强，只要变频器参数表的电动机参数设置得当，一般不大会出现电动机过载。而变频器本身由于过载能力较差很容易出现过载报警。我们可以通过增大变频器容量而解决问题。

### 7. 变频器开关电源损坏故障维修实例

这是众多变频器最常见的故障，通常是由于开关电源的负载发生短路造成的，现代变频器采用了新型脉宽集成控制器来调整开关电源的输出，同时控制器还带有电流检测，电压反馈等功能，当发生无显示，控制端子无电压，DC 12V，24V 风扇不运转等现象时我们首先应该考虑是否是开关电源损坏了。

### 8. 变频器驱动电路故障维修实例

驱动电路故障是变频器较常见的故障。IGBT 模块损坏是引起驱动电路故障报警的原因之一。变频器在驱动电路的设计上，上桥和下桥驱动基本采用光耦器件，所以光耦器件是检查的重点。此外电动机抖动、三相电流、电压不平衡、有频率显示却无电压输出，这些现象都有可能是 IGBT 模块损坏造成的。IGBT 模块损坏的原因有多种，首先是外部负载发生故障而导致 IGBT 模块的损坏如负载发生短路、堵转等。其次驱动电路老化也有可能导致驱动波形失真，或驱动电压波动太大而导致 IGBT 损坏，需要注意的是在检修过程中，一定要排除掉 IGBT 的驱动电路故障再更换损坏的 IGBT 管。

### 9. 变频器接地故障维修实例

接地故障也是平时会碰到的故障，在排除电动机接地存在问题的原因外，最可能发生故障的部分就是霍尔传感器了，霍尔传感器由于受温度、湿度等环境因数的影响，工作点很容易发生飘移，导致接地故障报警。

## 8.4 变频器日常保养及维护

### 8.4.1 变频器的日常维护

变频器在正常运行时，需要注意如下事项：

- 电动机是否有异常声音及振动；
- 变频器及电动机是否发热异常；
- 环境温度是否过高；
- 负载电流表是否与往常值一样；
- 变频器的冷却风扇是否正常运转。

变频器日常检查的内容及注意事项如表 8-8 所示。

表 8-8 日常检查内容及注意事项要点

序号	检查项目	检查部位	检查事项	判定标准
1	显示	LED 监视器	显示是否有异常	按使用状态确定
2	冷却系统	风机	转动是否灵活，是否有异常的声音	无异常
3	本体	机箱内	温升、异声、异味	无异常
4	使用环境	周围环境	温度、湿度、灰尘、有害气体等	按说明书规定的条款
5	电压	输入、输出端子	输入、输出电压	按照说明书的技术规范
6	负载	电动机	温升、异声、振动	无异常

### 8.4.2 变频器定期检查保养

变频器定期保养检查时，一定要切断电源，待监视器无显示及主电路电源指示灯熄灭 5 分钟以后，才能进行检查，以免变频器的电容器残留的电力，伤及保养人员。检查内容如表 8-9 所示。

表 8-9 定期检查内容

检查项目	检查内容	对策
主回路端子、控制回路端子螺钉	螺钉是否松动	用螺丝刀拧紧
散热片	是否有灰尘	用 4~6kg/cm <sup>2</sup> 压力的干燥压缩空气吹掉
PCB 印制电路板	是否有灰尘	用 4~6kg/cm <sup>2</sup> 压力的干燥压缩空气吹掉
冷却风扇	转动是否灵活，是否有异常声音、异常振动	更换冷却风扇
功率元件	是否有灰尘	用 4~6kg/cm <sup>2</sup> 压力的干燥压缩空气吹掉
电解电容	是否变色、异味、鼓泡、漏液等	更换电解电容

在检查中，不可随意拆卸器件或摇动器件，更不可随意拔掉接插件，否则会导致变频器不能正常运行或进入故障显示状态，甚至导致器件故障或主开关器件 IGBT 模块的损坏。

在需要测量时，应注意各种不同仪表可能得出差别较大的测量结果。推荐使用动铁式电



压表测量输入电压，用桥式电压表测量输出电压，用钳式电流表测量输入、出电流，用电动瓦特表测量功率。在条件不具备时，可采用同一种表进行测量并做好记录以便进行比较。

如需进行波形测试，建议使用扫描频率大于 40MHz 的示波器，在测试瞬变波形时则应使用 100MHz 以上的示波器为宜。测试前必须做好电气隔离。

主回路电气测量的推荐接法以安邦信 G9 为例，如图 8-1 所示。电气测量仪表的测量范围和变频器各部分使用如表 8-10 所示。

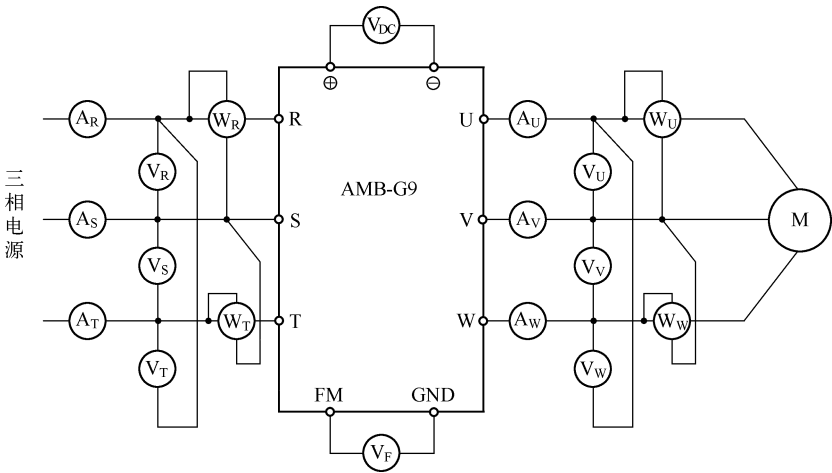
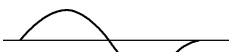
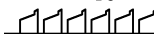


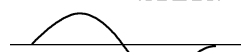
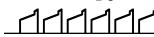


图 8-1 变频器主回路电气测量方法

表 8-10 电气测量仪表的测量范围和变频器各部分使用

项 目		输入（电源）侧			直流中间环节	输出（电动机）测			AM 端子
波形	电压								
	电流								
测量仪表名称	电压表 $V_{R,S,T}$	电流表 $A_{R,S,T}$	功率表 $W_{R,T}$	直流电压表 $V_{DC}$ 	电压表 $V_{U,V,W}$	电流表 $A_{U,V,W}$	功率表 $W_{U,V}$	电压表 $V_F$	
仪表种类	动铁式	电磁式	电动式	磁电式	整流式	电磁式	电动式	磁电式	
所测参数	基波有效值	总有 效值	总有效 功率	直流 电压	基波 有效值	总有 效值	总有效 功率	直流电压	

- 注：
- 在电源严重不对称或三相电流不平衡时，建议采用三瓦特计法测量功率。
  - 在做主回路绝缘试验时，必须将主回路端子 R、S、T、U、V、W、P、N 等全部可靠短路，然后用电压等级相近的兆欧表（220V 级用 250V，380V 级用 500V，660V 级用 1000V）进行测量。
  - 控制回路不可用兆欧表测量，可用万用表高阻挡测量。
  - 对于 380V 级的产品主回路对地绝缘电阻不应小于 4MΩ，控制回路对地绝缘电阻不应小于 1MΩ。



为了使变频器长期可靠运行，必须针对变频器内部电子元器件的使用寿命，定期进行保养和维护。变频器电子元器件的使用寿命又因其使用环境和使用条件的不同而不同。一般连续使用时，可按表 8-11 的规定更换，当然在使用中也要根据使用环境、负荷情况及变频器现状等具体情况而定。

表 8-11 变频器部件更换时间

器 件 名 称	标准更换年数
冷却风扇	2~3 年
电解电容器	4~5 年
印制电路板	5~8 年
熔断器	10 年

### 8.4.3 变频器的储存与保管知识

变频器购入后不立即使用，需暂时或长期储存时，应按如下方法保管：

- 应放在规定的温、湿度范围内且无潮湿、无灰尘、无金属粉尘、通风良好的场所。
- 如超过一年仍未使用，则应进行充电试验。以使机内主回路电解电容器的特性得以恢复。充电时，应使用调压器慢慢升高变频器的输入电压直至额定电压，通电时间在 1~2 小时以上。
- 上述试验至少每年一次。

## 8.5 变频器在维修中的实战经验

### 8.5.1 变频器模块损坏故障

1. 维修一台安邦信 5.5kW 变频器，是一位维修新手维修不好才拿到笔者这里来，该机本来是坏了一个模块，换好模块后，这位新手想测量驱动是否正常，把模块触发线拔掉后一通电就跳闸，检查后发现又烧掉了一个模块。他想了很久都解决不了问题。原来 IGBT 模块的触发端在触发线拔掉后有可能留有少量电压，此时模块处于半导通状态，一通电就因短路而烧坏。

2. 某铸造厂送修一批欧姆龙 3G3RV-ZV1 变频器。都是模块坏。原因主要是保养不好，如散热器尘多堵塞、电路板太脏、散热硅脂失效等，由于这批变频器的输出模块（PM100CSM120）是一体化模块，就是坏一路也要整个换掉，维修价格高，更换后正常。所以建议大家如果变频器还没坏，则要多加小心保养，特别是铸造类高温车间。

3. 一台安川 616G5-55kW 变频器损坏严重，其原来是有一个快熔断了（三相各有一个快熔），电工可能没有经验，没有检查模块是否有问题，一时又找不到快熔，就用一条铜线代替，开机后发出一声巨响，两个模块炸裂，吸收回路坏，推动板也无法维修，只能换新板，造成重大损失。按照笔者的经验，如果快熔断了则模块大多有问题，但模块坏时快熔不一定完全断。用铜线代替快熔的做法要绝对禁止。

4. 笔者在维修时发现新手在维修变频器时把“N”线接地，一送电变频器就发出巨

响，变频器模块损坏严重。并发现在此类故障中大部分变频器的“N”线与变频器的地线的位置相似。有的电工没看清楚就把地线接上去；有的电工则误认为“N”线就是地线，造成模块烧毁。所以建议新手在维修过程中一定要细心，并在接好线后检查一遍，才能通电。

5. 多次烧毁模块的问题。经常有一些工厂自己维修变频器，烧坏了几次模块都弄不好才送到我们这里来。因为电工没经验，查到哪个模块坏就换哪个，根本就没查明为什么会烧模块。模块烧坏大多数与驱动不正常有关系，但驱动电路中比较容易老化或受伤的小元件（小电容、光耦、稳压管），普通电工是比较难检测出来的，最好能全都换新的。维修变频器时还要对其作整体保养：电路板尘多就用酒精清洗，吹干后再喷绝缘漆；散热器的铝片也要除尘；散热风扇坏了或有响声就需要换新的；滤波电容容量降低 20% 也要换（一般不超过 8 年）；所有主回路联接螺钉再拧紧一下。

6. 关于拆装贴片集成元件问题。有的人拆装贴片集成块时经常由于电烙铁温度太高而使其损坏或性能下降，拆集成块之前可在集成块上贴一小片蘸着水或酒精的纸作散热用，效果不错。

7. 关于充电接触器对变频器产生的干扰。

在维修很多通信故障的变频器后，我们发现大功率变频器里面的充电接触器与这种故障有很大关系。当变频器显示通信故障或经常误报警时，通常的解决办法是把变频器的参数恢复出厂值即可，但变频器在运行一段时间后这种问题又出现了。后来我们在充电接触器线圈（控制端）并上一个滤波器，收到明显效果。同样道理，在变频器附近的接触器也会对变频器产生干扰，如果接触器经常动作则更应加上滤波器。

8. 关于松香在焊锡时的应用。

有的维修新手在拆装电子元件时没有用到松香，焊点的外观很粗糙难看，而且容易造成虚焊。松香的作用是帮助去掉氧化皮，防止虚焊。有的锡丝里虽有松香，但还是不够。有了松香的帮助，可以做到让别人看不出哪些元件更换过。

9. 关于贴片三极管的替代件。

维修变频器经常碰到驱动电路的小贴片三极管烧坏（如富士 G9、安川 616G5），市面上难以买到，这时可用 A950 及 C1815 小三极管顶替，不过要分清贴片三极管哪个是 NPN，哪个是 PNP。

在笔者这里购买模块给自己维修变频器的维修新手，有很大部分人的结果是没修好反而把模块搞坏了。如果对维修变频器没有经验，则风险会大一点，不但容易模块坏而且变频器损坏更严重。变频器烧掉模块时通常会损坏驱动电路，而修好驱动电路是维修变频器的重点及难点：一方面是一些损伤的元件难以用万用表测出，另一方面是有的驱动电路的小元件不容易买到（最好是从另一同型号的板拆）。

### 8.5.2 变频器检修测量方法举例

1. 曾经有一位电工送修一台中源变频器，说他在给变频器试机时发现变频器输出电压有 1000 多伏（输入 380V），他认为是变频器故障。经过检查变频器正常，故障原因是电动机绕组匝间短路。该电工之所以判断失误是他还不明白变频器只会降压，不会升压。并且他是用数字万用表测量，由于变频器输出电压是高频载波，普通没防干扰的数字万用

表在这里测量是非常不准确的。所以大家维修时要注意测量仪表的测量范围。

2. 有一位粗心的电工在给三菱 A540 变频器的辅助电源 (R1、T1) 接线时没有拿掉短接片, 结果在把变频器烧掉后还弄不明白其道理。原来当短接片没拿掉时, 变频器内部 R 与 R1、T 与 T1 是已连在一起的, 该电工以为从 R、T 引来两条线没有分别, 结果把 R 接到 S1、T 接到 R1, 造成相间短路, 由于 R 与 R1、T 与 T1 的连线是通过电源板的中间层, 结果把电源板烧掉, 使电路板爆开成两层。所以一般情况下没必要接辅助电源 (R1、T1)。

3. 有一些维修新手在维修变频器时不懂利用假负载, 每当驱动有故障, 烧掉模块后就判断模块质量不好。而假负载就是用一个几百欧的电阻 (电灯泡也可以), 串在主回路上, 如果有快熔就把它拿掉, 装上电阻; 没有快熔则可以在主回路上任何地方断开, 串上这个电阻。这个电阻起到限流作用, 当模块有短路时也不会把模块烧掉, 等开机后测量变频器输出正常, 才把这个假负载撤掉。从而保护模块, 避免造成不必要的损失。

4. 现在很多工厂的供电是用发电动机做停电的备用电源, 而发电动机供电不稳定, 经常造成输出高压电而把变频器及电子仪器烧坏的情况。笔者曾经遇到的例子, 有一家拉丝厂一次就坏了二十几台 30kW 的欧姆龙变频器, 停产十几天, 造成重大损失, 经笔者测量变频器输入电压, 很不稳定, 所以判断变频器供电电压瞬间升高是造成故障的主要原因, 该工厂在发电动机上加了很多保护方法可效果并不明显。后来笔者想到了一个被动的保护方法, 就是在变频器或仪器的输入端的空气开关上加了压敏电阻 (380V 用 821k $\Omega$ , 220V 用 471k $\Omega$ ), 这样当有高压电时压敏就会短路, 空气开关跳闸, 保护了变频器, 变频器故障率大大减小。压敏电阻很便宜, 这个方法可以说是在实际生产过程中花小钱办大事的典型例子。

有的朋友会说, 有的变频器里面输入端也有压敏电阻, 也应该有保护作用的。但根据我们修过的变频器的实际情况来看, 轻伤的就只烧断电路板的铜线, 重伤的就烧坏整流模块、开关电源、CPU 板、电容, 造成重伤的原因可能是当压敏电阻短路爆炸时它的金属碎片到处飞; 爆炸时发出强大的静电及电磁波 (很像雷击); 烧断电路板的铜线使空气开关不动作。所以在变频器外面另加压敏电阻的情况就好很多。

#### 5. 模块代换问题。

有的变频器维修人员在测量和维修变频器模块时要求型号一字不差, 测量值和模块厂家推荐值完全一致。其实完全没必要这样, 如模块 7MBR25NF-120 与 7MBR25NE-120 的参数是一样的, 前者只多了四个定位脚。由于 IGBT 模块的驱动是电压控制, 有更好的互换性, 只要耐压、电流参数一样, 不同型号的 IGBT 模块很多是可以互换的。而在维修时的对地电阻等测量值要根据不同的电路板而区别对待, 有的变频器模块由于安装尺寸不同, 还可以另钻孔等。

对于判定模块的质量问题, 首先要看模块是否被拆开过 (看外观痕迹), 现在有很多模块是维修过的, 参数正常但质量很差。耐压值是最重要的参数, 在选购时可用耐压表测量, 输入 380V 电压的变频器的输出模块耐压值要大于 1000V, 220V 则要大于 600V, IGBT 模块还可以用指针式万用表 10k 挡检测其是否能动作, 用指针 (黑—红) 去触发模块的 G—E, 可使模块 C—E 导通, 当 G—E 短接时则 C—E 关闭。这种方法是最简单最基本

的测量方法，维修新手也可以做到。

#### 6. 不检查故障原因，直接换电路主板造成故障。

某厂一位没有维修变频器经验的电工发现一台中源 22 kW 变频器没有显示，电源有工作，电工就从另一台变频器上拆下主板试，还是没显示，又装回去，发现主板已坏了。送修后经笔者检查，发现主板坏是因为电源板输出不稳定所致。更换其中一只稳压二极管解决问题。所以维修变频器最好能找出真正故障原因，这样才能减少不必要的损失。

### 8.5.3 变频器安装造成的故障维修经验

#### 1. 螺钉紧固不到位故障。

有不少人维修变频器更换的模块没几天又坏掉了，弄不清原因就拿到笔者这里来，原来是有的螺钉没拧紧。看起来好像是小事，但对变频器却是致命的。我们发现，有很多变频器当装在有震动的设备上（如工业洗衣机、机床等）运行一段时间后，其主回路的连接螺钉和模块的紧固螺钉容易松动，此时最先损坏的一般是模块，如果换了模块后没有紧固其他螺钉，则模块很快会坏掉，许多维修新手就埋怨模块质量不好。所以在这里特别提醒，必须紧固好固定模块的螺钉。

#### 2. 维修时的假负载问题。

在我们检查维修变频器时，经常遇到过于自信的维修高手，维修变频器不用假负载，觉得太麻烦，结果造成多次烧坏模块的故障。他们问笔者最多的问题就是，为什么我们维修过程中很少有多次烧毁同一模块的事情发生，我的回答是“如果用假负载，几乎可以做到万无一失”！

假负载的接法也要注意几个问题：

① 要接在电容与模块之间，不是接在整流与电容之间，因为电容放电就足以烧坏模块。

② 当开关电源供电是经过快熔时（如安邦信 G9-11kW），就不能把假负载放在快熔上，不然送电后灯泡会亮，开关电源有时不工作。

③ 假负载也要接在直流电压检测点后面，这样当变频器输出不正常，电灯亮时，变频器就不会跳“低压”，你才可以检查是哪一路输出有故障。

#### 3. 对于散热硅胶问题。

注意：许多维修新手在买模块回去自己修变频器时没有在模块底面涂上散热硅胶问题，在这要告诉大家的是，没有在模块底面涂上散热硅胶会使模块的热量不能很好地传给散热器，会因温度太高而烧毁。

#### 4. 安装环境问题。

对于变频器的安装环境如果车间同一个角落有很多变频器；如果是啤酒厂、饮料厂（环境潮湿）；如果是化工厂、陶瓷厂（尘多）；如果是锅炉车间、铸造车间或炼钢车间（温度高），笔者建议大家最好能把变频器安装在有空调的房间里，可以收到意想不到的效果，大大降低变频器的故障率，延长变频器的寿命。

#### 5. 电源输入端安装断路器问题。

有的公司在安装变频器时，没有给变频器的电源输入端安装空气断路器，一旦模块损坏，就会造成电路板烧毁严重。甚至无法维修，尤其是变频器里面不带熔断器的一些品牌



更是这样。对于变频器熔断器的电流值也不能选太大，而需要选择质量好一点的。

#### 6. 安装时的地线问题。

有一个啤酒厂同时损坏了十几台变频器，现象是主板接线端子出现强电打火，烧坏主板。经现场调查，是由于一个电动机漏电，工厂的地线又刚好生锈断掉，强电经变频器地线反串入变频器主板。地线也对防雷很重要，所以请维修人员有空不妨检查一下地线连接情况。

### 8.5.4 变频器设置经验

#### 1. 为了提高转矩而调高转矩提升参数。

有的变频器安装维修人员为了提高电动机的转矩，常把变频器的转矩提升参数（或最低输出电压）调到很高。这样变频器的启动电流会很大，会经常跳“过流”，也容易损坏模块。所以转矩提升应适当，可慢慢调上去并观察电流大小，负载大的最好用“矢量控制”，这时变频器能自动输出最大转矩，变频器要进行“调谐（自学习）”，对于国内电动机设计基本频率是 50Hz，当变频器的基本频率调小后，虽然可提高转矩，但电流急升，对变频器及电动机都会造成伤害。

#### 2. 加减速时间调整问题。

有的变频器安装维修人员在调试变频器时没有顾及变频器的“感受”。只根据生产需要把加减速时间调至 1s 以下，变频器经常坏。当加速太快时，电动机电流大，性能好的变频器会自动限制输出电流，延长加速时间，性能差的变频器会因为电流大而减小寿命。加速时间最好不少于 2s。当减速太快时，变频器在停止时会受电动机反电动势冲击，模块也容易损坏。电动机要急停的最好用上刹车单元，不然就延长减速时间或采用自由停车方式，特别是惯性非常大的大风机，减速时间一般要几分钟。

#### 3. 关于变频供水“一拖几”要注意的几个问题。

① 切换过程不能在变频器有输出时断开电动机线，因为断开电感性负载时，其会产生反电动势高压，对变频器有冲击。而让变频器惯性停止，变频器会马上停止输出再进行切换，更不能在变频器有输出时接上电动机。

② 不管是否在电动机停下来才切换，切换电流有可能同样大（相位关系），所以大功率电动机最好是让其先停下来再用软启动器启动，等以后变频器相对便宜时可用“一拖一”的形式，很多公司已经把变频器当软启动器用。

③ 接触器经常动作，寿命短，如果触点打火或烧熔在一起，则容易损坏变频器，而且通常损坏严重。所以要用质量好的接触器。由于多种原因，恒压供水的变频器故障率相对比较高，当我们维修好变频器，一般都要到现场检查一下其切换是否有问题，不然变频器可能很快又坏了。

#### 4. 关于高速电动机的基频问题。

有的安装人员在给高速电动机装上变频器后，发现变频器经常显示过流，电动机容易烧掉。经检查后发现其没有把基频参数调好，因为变频器基频的出厂设置是 50Hz，如果用在基频是 400Hz 的高速电动机上，变频器会因为在低频时输出电压过高而造成电动机电流太大。

### 8.5.5 变频器其他故障的维修经验

#### 1. 整流模块炸掉的原因分析。

当我们在维修变频器时，如果只坏整流部分，通常是由于电源电压波动大，有瞬间高压输入到变频器，380V 输入的变频器的整流模块耐压值一般是 1600V，所以能把整流模块击穿的电压是很高的；另外当整流模块后面的负载（如滤波电容、输出模块）发生短路，由于电流太大也可以烧坏整流模块。

#### 2. 电容器出现问题会到导致的故障。

滤波电容其容量变小会使变频器主回路直流电压不稳定，容易坏模块，变频器会经常跳至显示“低压”故障。

3. 制动器损坏。制动器损坏一般是制动电流设置太大或控制失灵（电路板尘多）造成的。

#### 4. 变频器主板故障。

变频器最怕的就是坏主板，一般难以维修，换板价格又高，有的坏主板是某个型号变频器的通病（设计有问题），有的则有其他原因，如环境温度高（如锅炉车间）、静电多（如纺织厂）、干扰大（如附近有经常动作的接触器），有时模块爆炸，强大的电磁波可损坏主板，被雷击中也一样；有的是开关电源故障烧坏主板。当变频器出现主板故障时，有的显示通信故障；有的显示正常但没有输出；有的一开机就是最大输出，不受控制。可将参数恢复出厂值一次，如果这样无效或参数都打不开，则一般要更换主板。

#### 5. 变频器的干扰问题。

变频器在运行时就好像一台功率强劲的干扰器，干扰的源头就在输出模块的 6 个 IGBT 管上，有的变频器开关电源也会造成一定的干扰，电源线及电动机线就是干扰器的天线，地线接地不良则干扰信号也可通过接在外壳的地线发出去，线路越长则干扰范围就越大，不仅干扰周围的电子设备，也可干扰变频器本身。有些型号变频器在防止干扰信号辐射及输入下了一定的工夫，变频器不会经常误动作，一些偷工减料的变频器则有时因干扰问题令人头痛。如果控制系统在使用变频器的同时还有一些靠模拟信号、脉冲信号通信的电子设备，如计算机、人机界面、感应器等，则在选购变频器及布线时就要很小心。防干扰有很多措施，如加电抗器、滤波器、控制线加磁环，用屏蔽线（没有屏蔽线的要把控制线绞在一起）、变频器放在铁柜里（变频器是铁壳比较好），进出电源线套在铁管里，控制线不要与电源线一起走线，布线纵横有序、调低载波频率、接地良好，很多变频器控制线公共端并不能接地（很多人接了）。检查变频器对周围干扰有多大也很简单，你带上一个小收音机即可。

#### 6. 除尘问题。

不要用压缩空气吹变频器。笔者曾经接修一家塑料厂送来的一台中源 110kW 变频器来维修，原因是电工用压缩空气给变频器吹尘。压缩空气一般含有水气，加上变频器灰尘比较多，开机后变频器没显示，经检查该机主板有短路而损坏电源。所以建议在给变频器吹尘时最好用高速电吹风除尘。

#### 7. 大功率变频器电流互感器问题。

大功率变频器的一个通病是当变频器的电流互感器有故障时，一送电（未启动）就显

示“OC”故障，其实其故障通常只损坏一个电流互感器，此时我们可以轮流拨去一个再送电看是否正常，哪一个坏就不接上，非矢量控制的变频器用两个输出电流互感器即可。

8. 安川 616G5 (22kW 以上功率的变频器) 有时会跳“OH1”故障，变频器不能运行。

按说明书检查了风扇及变频器的温度、电流都是正常的，弄不清是什么原因。经检查其实是位于变频器里面（模块上头）的一个三线（带有检测线）风扇坏了，有时这风扇能运转但尘多也会使变频器显示这个故障。由于变频器散热器的风扇是正常的，一般人又不知变频器里面还有这风扇，造成维修人员迷惑。所以请维修人员先检查变频器里面（而不是外面所看到的）的风扇。

9. 电路板的绝缘漆受到破坏要及时处理。

维修变频器的电路板时，由于拆装元件，原来电路板的绝缘漆受到破坏，很多人修好变频器后没有在电路板上再喷一下绝缘漆，结果当电路板受潮或尘多时，就容易出很多故障，特别是开关电源等强电部分。没有绝缘漆也可用松香溶于酒精刷到电路板上，再用电吹风吹干。

10. 在变频器电路中增加保险管。

某些品牌变频器开关电源没安装保险管，当开关管损坏短路时，经常也把开关电源变压器初级线圈烧断，而某些变频器变压器不容易找到，价格又高。为了保护变压器，笔者的做法是在电路板上切断开关管与初级线圈的回路，在切口焊上一个保险管（5A）或一个 $(0.6 \sim 1)\Omega/W$  的电阻，这样如果开关管短路，变压器也平安无事。

11. 参数复位解决变频器部分疑难故障

一些杂牌变频器防干扰能力比较差，运行一段时间后经常出现误报警动作（如过流、过载、过压等），有的则启动不了或无故停止，这大部分是由于通信程序出错所致。这时可以把变频器的参数恢复出厂值，“参数恢复出厂值”应该是“灵丹妙药”，维修变频器笔者会经常用到。干扰有时也可以使变频器显示通信故障，参数都打不开，通常是变频器的寄存器坏了，如果换了寄存器还不行则可能要换主板。

12. 模块损坏需要注意检查模块驱动电路的部分元件。

有一位电工在笔者这里买 IGBT 模块维修安邦信 G9-15kW 变频器，修了两次都没修好，奇怪的是每次都可以用十几天。后来送到笔者这里维修，经仔细检查，发现驱动电路有一个小电容有漏电现象，电容竟然有  $100k\Omega$  左右的阻值（正常是无穷大），因为该电容对地阻值还比较大，在电路板上是比较难查出的，当时这一路也没烧坏其他元件，所以这位电工就没去注意这个电容。所以我们在维修变频器时的做法是把驱动电路的小电容全部拆下来测一下是否漏电及其电容量。

注意：IGBT 模块烧坏大多情况下会损坏驱动电路的元件，最容易坏的是稳压管、光耦；反过来，如果驱动电路的元件有问题（如小电容漏电，PC923 老化），也会导致 IGBT 模块烧坏或变频器输出电压不平衡。检查驱动电路是否有问题，可以在没通电时比较一下各路触发端电阻是否一致，通电时可比较一下开机后触发端的电压波形（但有的变频器不装模块开不了机），这时最好装有假负载，防止检查时误碰触发端其他线路引起模块烧毁。变频器过压保护只是停止输出，不能保护本身不烧毁。

## 13. 变频器 10 个通用维修方法总结。

看：看故障现象，看故障原因点，看整块单板和整台机器；

量：用万用表测量怀疑的器件、虚焊点、连锡点；

测：测波形，上工装测单板；

听：继电器吸合的声音，电感、变压器、接触器有无啸叫声；

摸：摸 IC、MOS 管、变压器是否过热；

断：断开信号连线（断开印制线或某些元器件的引脚）；

短：把某一控制信号短接到另一点；

压：由于板件虚焊或连接件松动，用手压紧后故障可能会消失；

敲：此办法对判断继电器是否动作有较好效果；

放：在拆卸单板或量电阻阻值前要把电容的电放掉；

## 14. 变频器的万用表维修经验。

## (1) 静态测试。

## ① 测试整流电路：

找到变频器内部直流电源的 P 端和 N 端，将万用表调到电阻 X10 挡，红表棒接到 P，黑表棒分别接到 R、S、T，正常时有几十欧的阻值，且基本平衡。相反将黑表棒接到 P 端，红表棒依次接到 R、S、T，有一个接近于无穷大的阻值。将红表棒接到 N 端，重复以上步骤，都应得到相同结果。如果有一个阻值三相不平衡，说明整流桥有故障。

## ② 测试逆变电路：

将红表棒接到 P 端，黑表棒分别接 U、V、W 上，应该有几十欧的阻值，且各相阻值基本相同，反相应该为无穷大。将黑表棒接 N 端，重复以上步骤应得到相同结果，否则可确定逆变模块有故障。

## (2) 动态测试

在静态测试结果正常以后，才可进行动态测试，即上电试机。在上电前后必须注意以下几点：

① 上电之前，须确认输入电压是否有误，将 380V 电源接入 220V 级变频器之中会出现炸机（炸电容、压敏电阻、模块等）。

② 检查变频器各接插口是否已正确连接，连接是否有松动，连接异常有时可能会导致变频器出现故障，严重时会出现炸机等情况。

③ 上电后检测故障显示内容，并初步断定故障及原因。

④ 如未显示故障，首先检查参数是否有异常，并将参数复归后，在空载（不接电动机）情况下启动变频器，并测试 U、V、W 三相输出电压值。如出现缺相、三相不平衡等情况，则模块或驱动板等有故障。

⑤ 在输出电压正常（无缺相、三相平衡）的情况下，负载测试，尽量是满负载测试。

## 15. 变频器故障判断经验。

## (1) 整流模块损坏。

通常是由于电网电压或内部短路引起。在排除内部短路情况下，更换整流桥。在现场处理故障时，应重点检查用户电网情况，如电网电压、有无电焊机等对电网有污染的设



备等。

## (2) 逆变模块损坏。

通常是由于电动机或电缆损坏及驱动电路故障引起的。在修复驱动电路之后，测驱动波形良好的状态下，更换模块。在现场更换驱动板之后，须注意检查马达及连接电缆。在确定无任何故障下，才能运行变频器。

## (3) 上电无显示。

通常是由于开关电源损坏或软充电电路损坏使直流电路无直流电引起的，如启动电阻损坏，操作面板损坏同样会产生这种状况。

## (4) 显示过电压或欠电压。

通常由输入缺相，电路老化及电路板受潮引起。解决方法是找出其电压检测电路及检测点，更换损坏的器件。

## (5) 显示过电流或接地短路。

通常是由电流检测电路损坏。如霍尔元件、运放电路等。

## (6) 电源与驱动板启动显示过电流。

通常是由驱动电路或逆变模块损坏引起的。

## (7) 空载输出电压正常，带载后显示过载或过电流。

通常是由于参数设置不当或驱动电路老化、模块损坏引起的。

## 16. 变频器过电流保护原因和处理方法经验。

在变频器维修中，过电流保护的对象主要指带有突变性质的、电流的峰值超过了变频器的容许值的情形。由于逆变器的过载能力较差，所以变频器的过电流保护是至关重要的一环。迄今为止已发展得十分完善。

### (1) 过电流的原因。

① 工作中过电流即拖动系统在工作过程中出现过电流。其原因大致来自以下几方面：

- 电动机遇到冲击负载，或传动系统出现“卡住”现象，引起电动机电流的突然增加。
- 变频器的输出侧短路，如输出端到电动机之间的连接线发生相互短路，或电动机内部发生短路等。
- 变频器自身工作的不正常，如逆变桥中同一桥臂的两个逆变器件在不断交替的工作过程中出现异常。例如，由于环境温度过高，或逆变器件本身老化等原因，使逆变器件的参数发生变化，导致在交替过程中，一个器件已经导通，而另一个器件却还未来得及关断，引起同一个桥臂的上、下两个器件的“直通”，使直流电压的正、负极间处于短路状态。

② 升速时过电流。当负载的惯性较大，而升速时间又设定得太短时，在升速过程中，变频器的工作效率上升太快，电动机的同步转速迅速上升，而电动机转子的转速因负载惯性较大而跟不上去，结果是升速电流过大。

③ 降速中的过电流。负载的惯性较大，而降速时间设定得太短，也会引起过电流。因为，降速时间太短，同步转速迅速下降，而电动机转子因负载的惯性大，仍维持较高的转速，这时同样可以是转子绕组切割磁力线的速度太大而产生过电流。

(2) 变频器过电流的处理方法。

① 启动时一升速就跳闸，这是过电流十分严重的现象，主要检查：

- 工作机械有无卡住；
- 负载侧有没有短路，用兆欧表检查对地有无短路；
- 变频器功率模块有无损坏；
- 电动机的启动转矩过小，拖动系统转不起来。

② 启动时不马上跳闸，而在运行过程中跳闸，主要检查：

- 升速时间设定太短，加长加速时间；
- 减速时间设定太短，加长减速时间；
- 转矩补偿（U/F 比）设定太大，引起低频时空载电流过大；
- 电子热继电器整定不当，动作电流设定得太小，引起变频器误动作。

17. 变频器电压保护原因和解决方法经验。

(1) 过电压保护。

产生过电压的原因及解决方法：

- 电源电压太高；
- 降速时间太短；
- 降速过程中，再生制动的放电单元工作不理想，来不及放电，则增加外接制动电阻和制动单元；
- 检查放电回路有没有发生故障，实际并不放电，对于小功率的变频器很有可能是放电电阻损坏。

(2) 欠电压保护。

产生欠电压的原因及解决方法：

- 电源电压太低；
- 电源缺相；
- 整流桥故障，如果 6 个整流二极管中有部分因损坏而短路，整流后的电压将下降，对于整流器件和晶闸管的损坏，应注意检查，及时更换。